

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS**

**DISEÑO AUTOMATIZADO DE HORNO EN EL PROCESO  
DE SECADO DE MADERA EN LA EMPRESA  
INVERSIONES VALLE SUR SRL**

**Bachiller:**

Bach. JOSE ANTONIO PASCUAL QUISPE

**Línea de investigación institucional:**

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2021**

---

DR. BUSTINZA ZUASNABAR EDWARD EDDIE  
**ASESOR METODOLOGICO**

---

MAG. SANTIVAÑEZ BERNARDO SAUL VALERIANO  
**ASESOR TEMATICO**

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por guiar mi camino y permitirme llegar a esta fase de mi formación profesional. A mis padres Donato y Jacinta, por ser el motivo más importante, por demostrarme siempre su amor, su apoyo incondicional en todo momento.

---

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA

**PRESIDENTE**

---

ING. SANDRO ENRIQUE RUIZ BUSTAMANTE

JURADO 01

---

ING. JESSICA VÍLCHEZ GUTARRA

JURADO 02

---

MG. JOSÉ LUIS PÉREZ MARTÍNEZ

JURADO 03

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA

**SECRETARIO**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	3
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPITULO I .....	16
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	22
1.2.1 Problema general .....	22
1.2.2 Problema(s) específico(s) .....	22
1.3 Justificación.....	23
1.3.1 Social o practica .....	23
1.3.2 Científica o teórica .....	23
1.3.3 Metodológica .....	23
1.4 Delimitación.....	23
1.4.1 Espacial .....	23
1.4.2 Temporal .....	24
1.4.3 Económica.....	24
1.5 Limitaciones .....	24
1.6 Objetivos .....	25
1.6.1 Objetivo general .....	25
1.6.2 Objetivo específico .....	25
CAPITULO II .....	26
MARCO TEORICO.....	26
2.1 Antecedentes .....	26
2.1.1 Nacionales.....	26
2.1.2 Internacionales .....	33
2.2 Marco conceptual.....	39
2.2.1 La madera .....	39

2.2.2	Densidad en la madera.....	49
2.2.3	Humedad del aire .....	56
2.2.4	Cinética del secado .....	57
2.2.5	Secado de la madera .....	58
2.2.6	Automatización industrial.....	60
2.3	Definición de términos.....	64
2.4	Hipótesis .....	66
2.4.1	Hipótesis general.....	66
2.4.2	Hipótesis específica(s).....	66
2.5	Variables .....	66
2.5.1	Definición conceptual de la variable .....	66
2.5.2	Definición operacional de la variable .....	67
2.5.3	Operacionalización de la variable.....	68
CAPITULO III .....		70
METODOLÓGIA .....		<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1	Metodología de la Investigación.....	70
3.2	Tipo de investigación .....	70
3.3	Nivel de investigación .....	71
3.4	Diseño de la investigación.....	71
3.5	Población y muestra.....	72
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	72
3.7	Procesamiento de la información .....	72
3.8	Técnicas y análisis de datos .....	73
CAPITULO IV.....		75
RESULTADOS.....		75
4.1	Análisis descriptivo.....	75
4.2	Análisis inferencial .....	79
4.2.1	Prueba de Normalidad.....	79
4.2.2	Resultados obtenidos .....	80
4.3	Prueba de hipótesis .....	86

4.3.1	Hipótesis de investigación .....	86
CAPITULO V .....		93
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		93
CONCLUSIONES.....		95
RECOMENDACIONES .....		96
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....		97
ANEXOS .....		99
5.1	Diseño automatizado de horno .....	115
5.1.1	Cálculo de tamaño del horno.....	115
5.1.2	Estructura metálica del horno .....	118
5.1.3	Aislamiento térmico .....	119
5.1.4	Análisis de caudal del extractor centrifugo .....	121
5.1.5	Análisis de selección de calefacción .....	124
5.2	Sistema de automatización .....	139
5.2.1	Diagrama de flujo de control de temperatura y humedad relativa .....	141
5.2.2	Diagrama de flujo del proceso del secado de horno.....	142
5.2.3	Sistema de control de humedad relativa y temperatura .....	145
5.2.4	Acciones previas al secado .....	147
5.2.5	Tablero de control y eléctrico.....	149
5.2.6	Estrategia de control de secado .....	150
5.2.7	Programa de secado de madera tornillo.....	152
5.3	Modelamiento y Simulación .....	158
5.3.1	Funciones de LabVIEW .....	158
5.3.2	Modelamiento de los parámetros o factores del secado de madera en el programa LabVIEW .....	160

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Cantidad de Madera Adquirida, mes de noviembre de 2020. ....	17
<b>Tabla 2.</b>	Tabla de registro de Temperatura de la ciudad de Huancayo .....	22
<b>Tabla 3.</b>	Descripción de la estructura del tronco de la madera .....	41
<b>Tabla 4.</b>	Operacionalización de las variables.....	68
<b>Tabla 5.</b>	Nivel de confiabilidad .....	80
<b>Tabla 6.</b>	Programa de secado, madera tornillo .....	156



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Cantidad de madera adquirida por tipo – noviembre 2020. ....	17
<b>Figura 2.</b>	Tiempo en días de secado de madera – natural.....	18
<b>Figura 3.</b>	Tiempo en horas de secado de madera – natural .....	19
<b>Figura 4.</b>	Diagrama de Ishikawa: causa y efecto .....	20
<b>Figura 5.</b>	CH inicial de la madera.....	21
<b>Figura 6.</b>	Delimitación espacial de la investigación .....	24
<b>Figura 7.</b>	Estructura anatómica de la madera.....	40
<b>Figura 8.</b>	Tipos de Corte de madera.....	42
<b>Figura 9.</b>	Efecto del CH.....	53
<b>Figura 10.</b>	Curva teórica de velocidad de secado en la madera. ....	57
<b>Figura 11.</b>	Modelo piramidal de la automatización.....	62
<b>Figura 12.</b>	Distribución de la tecnología y comunicaciones de los diferentes niveles de automatización .....	62
<b>Figura 13.</b>	Entrada de datos.....	71
<b>Figura 14.</b>	Tiempo de secado de madera tornillo (Datos estadísticos).....	76
<b>Figura 15.</b>	Tiempo empleado para secado de madera .....	76
<b>Figura 16.</b>	Temperatura para el secado de madera.....	77
<b>Figura 17.</b>	Temperatura para secado de madera.....	78
<b>Figura 18.</b>	Cantidad de humedad - madera (Datos estadísticos).....	78
<b>Figura 19.</b>	Cantidad de humedad de la madera (pre y post test).....	79
<b>Figura 20.</b>	Prueba de normalidad - indicador tiempo empleado para secado de madera.....	80
<b>Figura 21.</b>	Prueba de normalidad tiempo empleado para secado de madera (Pre-test).....	82
<b>Figura 22.</b>	Prueba de normalidad tiempo empleado para secado de madera (Post-Test).....	82
<b>Figura 23.</b>	Prueba de normalidad de indicador temperatura necesaria para secado de madera.....	83
<b>Figura 24.</b>	Prueba de normalidad temperatura necesaria para secado de madera (Pre_Test). ....	84
<b>Figura 25.</b>	Prueba de normalidad temperatura necesaria para secado de madera (Post-Test) .....	84
<b>Figura 26.</b>	Prueba de normalidad del indicador CH de la madera.....	85
<b>Figura 27.</b>	Prueba de normalidad CH de la madera.....	85
<b>Figura 28.</b>	Prueba de normalidad CH de la madera (Post_Test).....	86
<b>Figura 29.</b>	Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la primera hipótesis.....	88

<b>Figura 30.</b>	Significancia asintótica de la primera hipótesis.....	88
<b>Figura 31.</b>	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon de la segunda hipótesis .....	90
<b>Figura 32.</b>	Significancia asintótica de la segunda hipótesis con el primer indicador.....	90
<b>Figura 33.</b>	Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la tercera hipótesis.....	92
<b>Figura 34.</b>	Significancia asintótica de la tercera hipótesis .....	92
<b>Figura 35.</b>	Secado natural de madera .....	114
<b>Figura 36.</b>	Dimensiones de la madera.....	115
<b>Figura 37.</b>	Dimensiones de horno de secado de madera .....	118
<b>Figura 38.</b>	Estructura metálica del horno .....	119
<b>Figura 39.</b>	Composición del aislamiento térmico del horno .....	120
<b>Figura 40.</b>	Colocado de la fibra de vidrio, aislamiento térmico del horno .....	121
<b>Figura 41.</b>	Extractor centrifugo de aire .....	124
<b>Figura 42.</b>	Quemador u hornilla industrial (Imagen referencial).....	127
<b>Figura 43.</b>	Hornilla con pistón de encendido (Imagen referencial) .....	128
<b>Figura 44.</b>	Placa informativa del motor de 5 hp .....	130
<b>Figura 45.</b>	Relé térmico de 24 A.....	131
<b>Figura 46.</b>	Contactador electromecánico.....	132
<b>Figura 47.</b>	Relé de 1° .....	133
<b>Figura 48.</b>	El relé de alta potencia se utiliza para el control del resto del controlador Brahma del quemador.	134
<b>Figura 49.</b>	Estructura del falso techo .....	135
<b>Figura 50.</b>	Servomotor para ventilas.....	136
<b>Figura 51.</b>	Gráfico de humidificación .....	137
<b>Figura 52.</b>	Instrumentos de control automatizado.....	138
<b>Figura 53.</b>	Transmisor de temperatura y humedad relativa.....	139
<b>Figura 54.</b>	Diseño frontal – lateral del horno de secado de madera .....	140
<b>Figura 55.</b>	Diseño lateral – posterior del horno de secado de madera .....	141
<b>Figura 56.</b>	Diagrama de flujo de temperatura y humedad relativa .....	142
<b>Figura 57.</b>	Diagrama de proceso de secado de madera.....	144
<b>Figura 58.</b>	Diagrama de automatizado de horno para secado de madera .....	146
<b>Figura 59.</b>	Diagrama de bloques de control.....	146

<b>Figura 60.</b>	Colocación de testigos de control de CH de la madera .....	149
<b>Figura 61.</b>	Tablero de control y eléctrico .....	150
<b>Figura 62.</b>	Curva de Humedad de equilibrio de la madera .....	155
<b>Figura 63.</b>	Comportamiento de los parámetros de la madera tornillo .....	157
<b>Figura 64.</b>	Panel frontal del programa de LabVIEW.....	159
<b>Figura 65.</b>	Diagrama de bloques LabVIEW .....	160
<b>Figura 66.</b>	Panel frontal del desarrollo del programa LabVIEW para secado de madera.....	161
<b>Figura 67.</b>	Diagrama de bloques de LabVIEW, para secado de madera .....	163
<b>Figura 68.</b>	Inicio de la simulación en LabVIEW de proceso de secado de madera .....	164
<b>Figura 69.</b>	Simulación en LabVIEW del proceso de secado de madera, cambio de estados .....	165
<b>Figura 70.</b>	Simulación en LabVIEW del proceso de secado de madera, cambio de estados .....	166
<b>Figura 71.</b>	Simulación en LabVIEW del proceso de secado de madera .....	167
<b>Figura 72.</b>	Inicio de la simulación en LabVIEW de proceso de secado de madera .....	168
<b>Figura 73.</b>	Resultados de la simulación de secado de madera tornillo.....	169
<b>Figura 74.</b>	Hoja de características del CPU Modular TWDLMDA20DRT .....	172
<b>Figura 75.</b>	Ficha técnica del controlador lógico modular TM2DMM24DRF.....	174
<b>Figura 76.</b>	Ficha técnica del controlador.....	179

## RESUMEN

Este trabajo de investigación responde a la problemática; ¿De qué manera el diseño automatizado del horno influye en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?, el objetivo general debe determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL, y la hipótesis a contrastarse es el diseño automatizado influye de manera significativa en el proceso de secado de la madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL.

La metodología de investigación es científica, el tipo de investigación es aplicada, con un nivel explicativo y el diseño experimental. Así mismo, la población de muestra está conformada por 5,300.00 p<sup>2</sup> de madera tornillo registrados, bajo una muestra dirigida de 30 registros.

En conclusión, al diseñar el horno se logró mejorar el control de la temperatura y humedad relativa en la empresa Inversiones Valle Sur SRL, por lo que el diseño cumplirá con satisfacer las necesidades determinadas.

Palabras claves: Diseño automatizado, proceso de secado de madera.

## **ABSTRACT**

This research work responds to the problem, what way does the automated desing of the kiln influence the Wood drying process in the Inversiones Valle Sur SRL Company? The general objective was to determine the influence of the automated desing of the kiln in the process. Of Wood drying at the Inversiones Valle Sur SRL Company, and the hypothesis to be tested is tha automated desing significantly influences the Wood drying process ayt the Inversiones Valle Sur SRL Company.

The research methodology is scientific, the type of research is applied, with explanatory level and experimental design. Likewise, the population is up of 5,300.00 p2 of registered screw wood, a directed sample of 30 records. In conclusion, when designing the oven, it was possible to improve the control of temperature and relative humidity in the Inversiones Valle Sur SRL company, so the design will meet the specific needs.

Key word: Diseño automatizado, proceso de secado de madera.

## INTRODUCCIÓN

Inversiones Valle Sur S.R.L. es una empresa dedicada a la industria de la madera escuadrada como el roble, cedro, mohena, tornillo, etc., las maderas son adquiridas de empresas dedicadas también a la extracción de madera rolliza las mismas que desarrollan sus actividades en la zona selva del Perú.

La madera al ser extraída de su estado natural (planta) contiene un alto porcentaje de humedad en su estructura, la misma que no permite un trabajo inmediato, eficaz ni eficiente para la fabricación de productos terminados como los muebles de uso común en los hogares, oficinas, industrias, etc. Presentando estos defectos, como arqueamientos, rajaduras entre otros; que generan malestar y pérdida de la confianza de los consumidores finales quienes cada vez más, exigen productos de calidad y durabilidad.

La metodología utilizada en para el presente proyecto será el Scrum, la misma que permitirá trabajar de manera conjunta con los trabajadores e incluso los clientes, para tomar conocimiento de lo que estos requieren y proponen.

Por consiguiente; La empresa Inversiones Valle Sur, como intermediario entre las empresas extractoras y consumidores finales (carpinterías), requiere incrementar el nivel de aceptabilidad y confianza en sus clientes, por tanto, se realiza el proyecto de Diseño Automatizado de horno para el proceso del secado de madera, con la finalidad de garantizar la utilización óptima y adecuada de la madera adquirida de la empresa.

La investigación tiene la siguiente estructura:

En el capítulo I. Se desarrolló el planteamiento de la problemática de la investigación, en el que se analiza la problemática real y contextual, presentando de esta manera, la formulación del problema general y específicos, la justificación social, científica o teórica y metodológica además del objetivo general y los objetivos específicos.

En el capítulo II. Se desarrolla el marco teórico, con la formulación de antecedentes nacionales e internacionales, que coadyuvan a la mejora del proyecto de investigación,

así mismo las enriquezcan las bases teóricas y/o científicas como el marco conceptual de las variables y las dimensiones.

En el capítulo III. Se desarrolló también la metodología, definiendo el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación del proyecto propuesto; así como la identificación de la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento y análisis de los datos.

En el capítulo IV, “**RESULTADOS**”, se ha realizado el análisis descriptivo del procesamiento de los datos, asimismo, el análisis inferencial, pruebas de normalidad; también las pruebas de hipótesis y se detallan las dificultades encontradas.

En el capítulo V, “**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**”, contrastan todos los resultados y procedimientos del trabajo de investigación en comparación con trabajos de investigación o guías de similares características.

En las “**CONCLUSIONES**” se detallan los resultados favorables (definido por los objetivos) que el diseño automatizado brinda a la empresa donde se realizó el trabajo de investigación.

En las “**RECOMENDACIONES**” se describen algunas de las recomendaciones, que como autor de este trabajo de investigación, puede ayudar a otros investigadores como referencia en sus trabajos o proyectos futuros.

En las “**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**” se describen las reseñas de cada fuente que ha sido utilizada para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Finalmente “**ANEXOS**” se desarrolla la estructura del horno y arquitectura del software, mostrando el análisis tanto del negocio como del sistema en diagramas de flujos.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

Inversiones Valle Sur SRL. Es una empresa dedicada a la transformación mecánica de madera escuadrada, constituida desde hace 07 años y fue fundada en Sociedad por las hermanas Rocío y Maribel Rivera Porras, inicio sus actividades en el año 2009; previamente en el año 1998 el Sr. Aníbal Rivera Porras como persona natural, para en el año 2006 continuar las actividades la Sra. Rocío Rivera Porras, también como persona natural.

En sus inicios, la empresa Inversiones Valle Sur SRL., contaba con una capacidad instalada de 15,000p2/mes, en un área de 700 m2 aproximadamente, actualmente, cuenta con una capacidad instalada de 23,820 p2/mes, en un área de 1,000 m2 aproximadamente de propiedad familiar. La empresa Inversiones Valle Sur SRL, realiza la adquisición de tablonés de manera periódica de empresas proveedoras de la misma, quienes realizan la distribución de distintos tipos de madera según la extracción que realicen, es decir, no realizan entregas de cantidades de tipo de madera iguales cada mes sino es de acuerdo a la extracción que realizan. Por lo

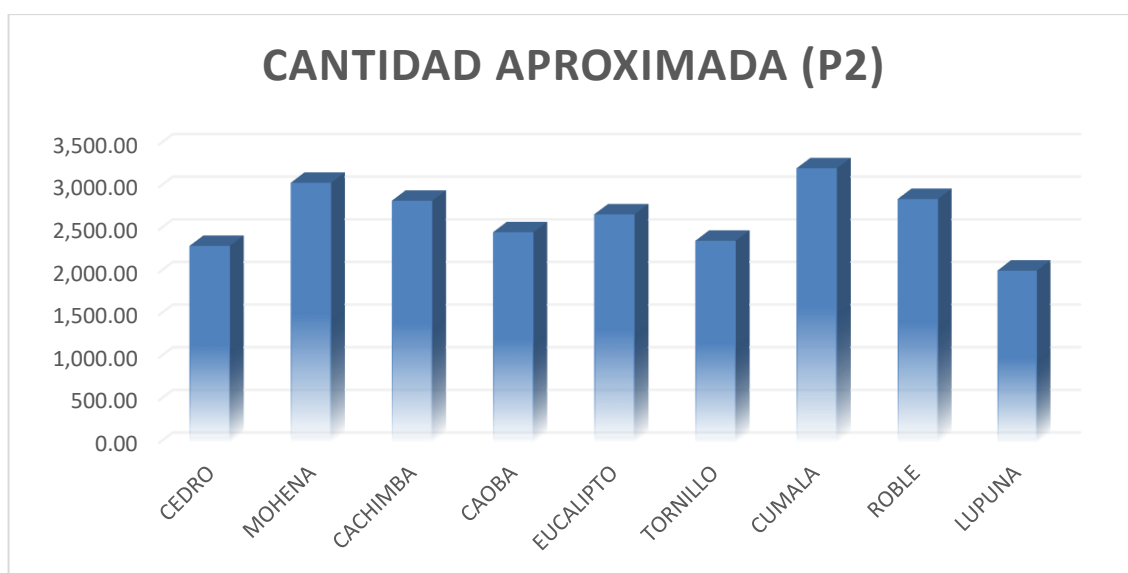


que de acuerdo a las políticas de empresariales de estas; la cantidad de los tipos de madera en cada carga o entrega es distinta, siendo de la manera siguiente:

**Tabla 1.** Cantidad de Madera Adquirida, mes de noviembre de 2020.

TIPO DE MADERA	CANTIDAD APROXIMADA (P2)
CEDRO	2,310.00
MOHENA	3,050.00
CACHIMBA	2,840.00
CAOBA	2,470.00
EUCALIPTO	2,680.00
TORNILLO	2,370.00
CUMALA	3,220.00
ROBLE	2,860.00
LUPUNA	2,020.00
TOTAL	23,820.00

FUENTE: elaboración propio

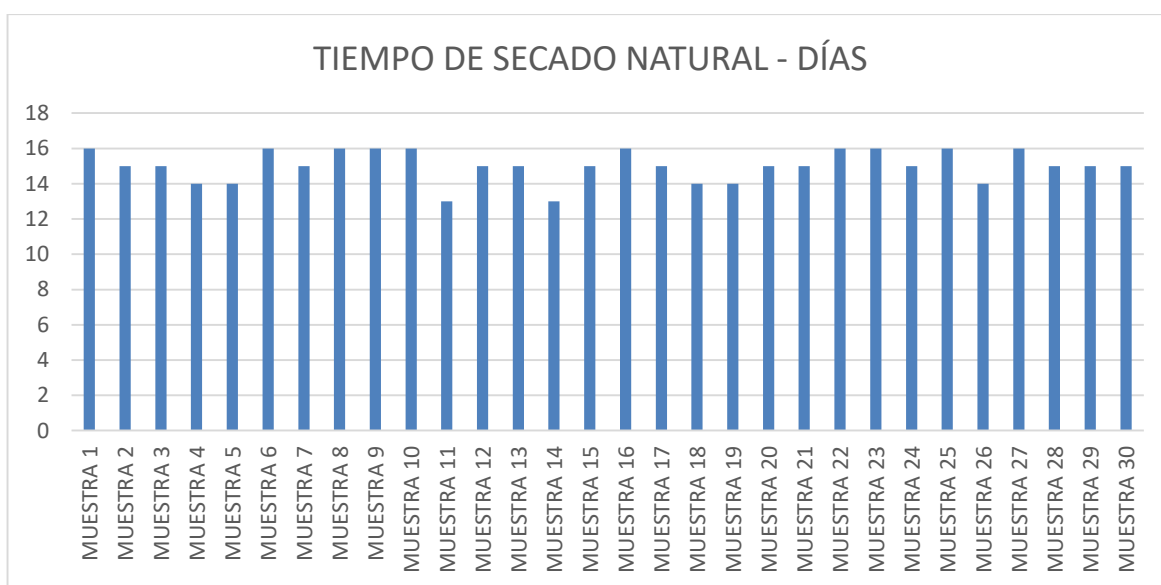


**Figura 1.** Cantidad de madera adquirida por tipo – noviembre 2020.

FUENTE: elaboración propio

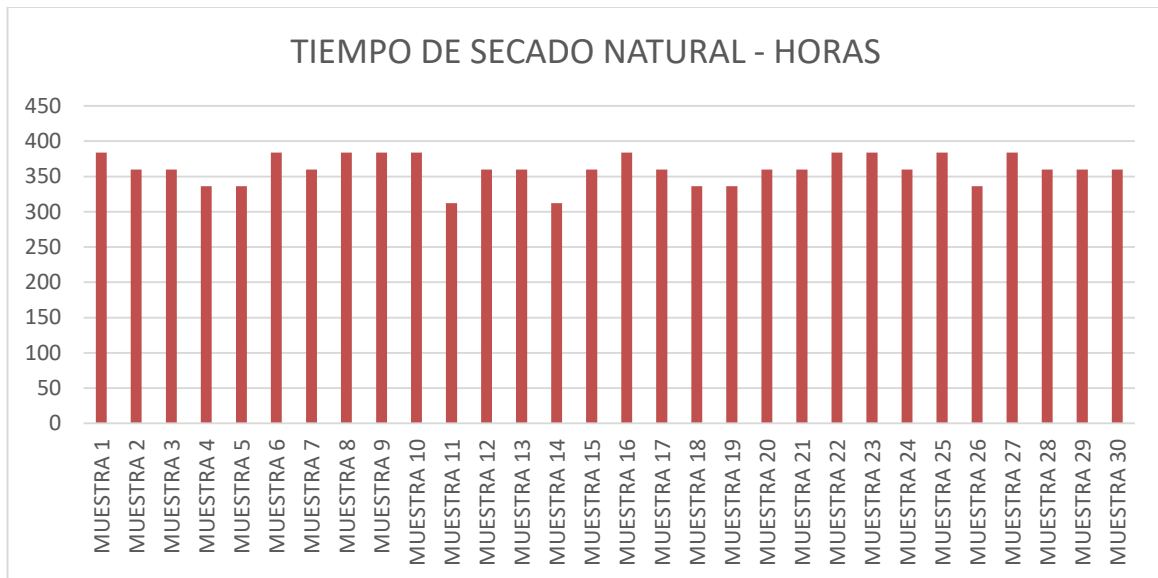
De la cantidad adquirida el total de madera es escuadrada y húmeda la cual no es trabajable, requiere un tiempo prolongado para el proceso de secado natural, tomando para esto tiempo y espacio, debido a no contar con algún método distinto que permita realizar un proceso de secado con prontitud y garantice la calidad y eficiencia de la madera, para el trabajo.

Con el secado natural (al aire libre), con un apilado correcto, la madera demora en secar un promedio de 15 días para reducir la humedad de la madera de 44% a 31% aproximadamente como máximo.



**Figura 2.** Tiempo en días de secado de madera – natural

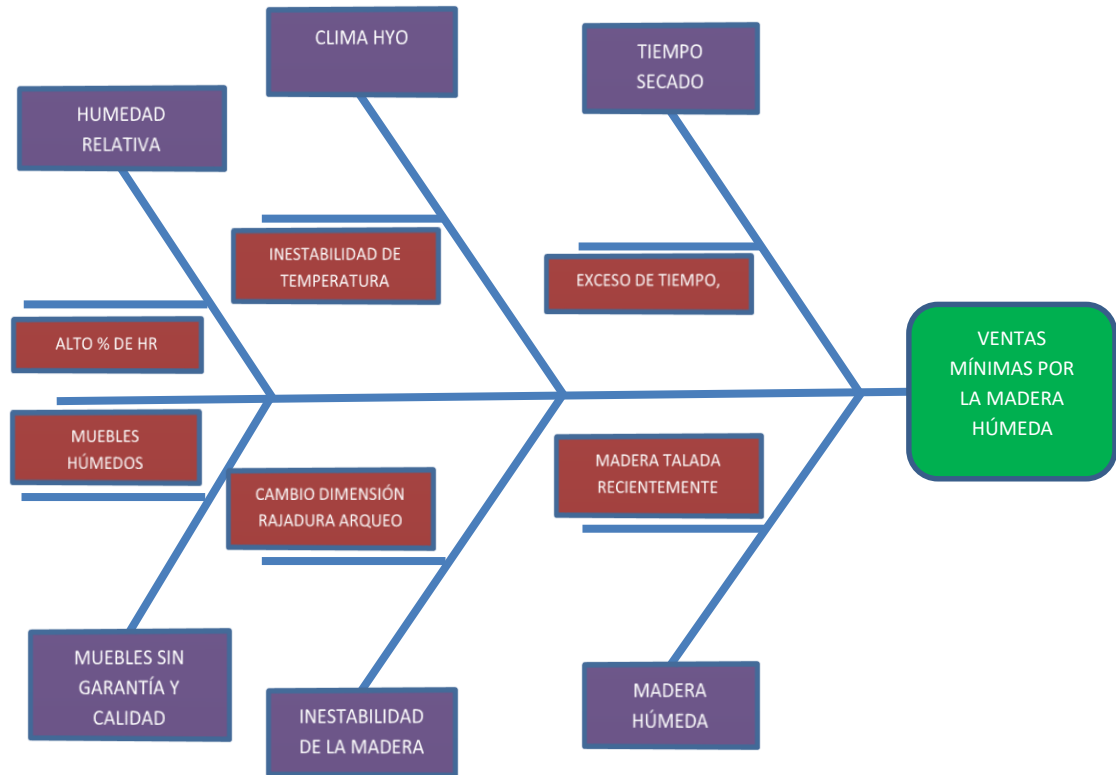
FUENTE: elaboración propio



**Figura 3.** Tiempo en horas de secado de madera – natural  
 FUENTE: elaboración propio

En la Figura 2 y 3 se puede observar, el tiempo en días y horas, en el secado natural, las que realizan las carpinterías tradicionales previo al proceso de fabricación de muebles.

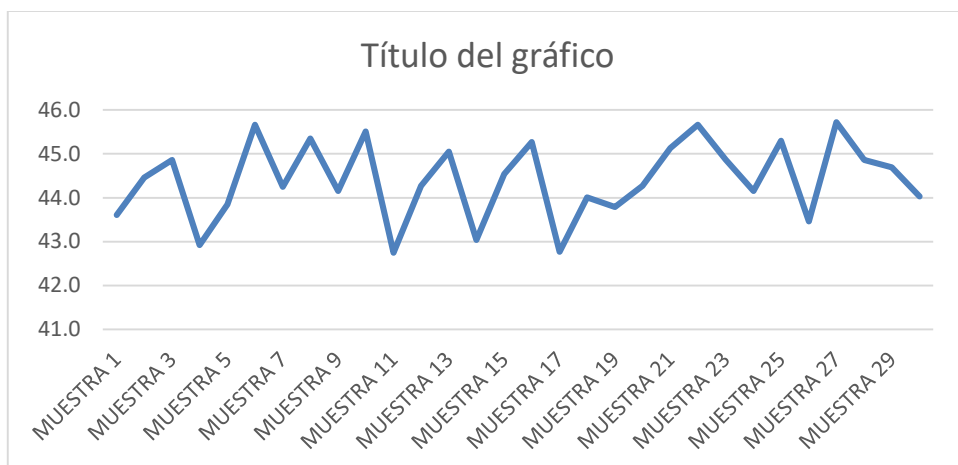
En la industria maderera, la fabricación de muebles ha tomado una importante relevancia en el mercado regional así como local, debido a la demanda de muebles de madera y de esto deriva la exigencia de los consumidores finales en obtener calidad y duración, sin embargo, en el mercado actual, la elaboración de muebles con madera húmeda o exceso de agua no garantiza un trabajo óptimo, debido al mayor peso, inestabilidad dimensional, presencia de insectos, hongo, por lo que puede sufrir a una posterior aparición de defectos como arqueamientos o torceduras, despegues, abertura de uniones, rajaduras o agrietamientos, fisuras, etc. Esto significa una pérdida de confianza de los clientes hacia la empresa, generando pérdidas económicas, así también la pérdida de clientes por la insatisfacción generada; básicamente traducido en ventas mínimas o ganancias reducidas, que son una constante puesto que no han podido despegar o incrementar, siendo una de las razones para que la empresa solo subsista en el mercado;



**Figura 4.** Diagrama de Ishikawa: causa y efecto  
FUENTE: elaboración propio.

En la figura 4 se aprecia el Diagrama de Ichikawa, en la que se aprecia las principales causas de las ventas mínimas de la Empresa, causas naturales que no son controlables el ser humano.

La madera contiene células longitudinales y transversales con diferentes características según su función. La célula longitudinal, transporta agua de raíces hacia las copas del árbol, en tanto la célula transversal se dirige desde la medula hacia la corteza. Los árboles recientemente talados contienen en su estructura un alto porcentaje de humedad; por lo tanto, el secado de madera normal o natural requiere mayor tiempo.



**Figura 5.** CH inicial de la madera

FUENTE: elaboración propio

En el secado natural, la madera recientemente cortada o escuadrada, se apila en cobertizos no cubiertos o a la intemperie, de tal manera que, los cuarterones y tablas estén en exposición a la atmosfera ambiental para que la humedad de la madera pueda pasar al aire. Los movimientos del aire, causados por el viento y corriente de convección local, pasa por dentro de la pila de tablas y/o cuarterones y ayuda tanto al aporte de calor para generar la evaporación del agua contenido en la madera como el arrastre de la evaporación del agua de la madera. En el secado de madera natural, no se pueden controlar con precisión el tiempo de secado, el CH, ya que el factor climático es tan variable. El proceso de secado natural puede alcanzar hasta los 6 meses para obtener la humedad del 25%.

Para el de secado de madera natural, como ya se advirtió anteriormente, depende de los factores climáticos del donde se realizará, por lo tanto, es necesario conocer la temperatura ambiente de la ciudad de Huancayo, la misma que es una dificultad debido a que esta oscila durante el año de 5 °C a 20 °C y no comúnmente baja a menos de 3 °C y sube a más de 22 °C, esto no es un factor que ayude mucho, puesto que entre más elevada se encuentre la temperatura ambiente, menor será el tiempo requerido para el secado, sin embargo, este intervalo de temperatura no ayuda en la optimización del tiempo, haciéndose necesario la consecución de una elevación artificial de temperatura, con la finalidad de optimizar el tiempo de secado

y lograr con prontitud la utilización de esta para la elaboración de los distintos tipos de mueble requeridos por los clientes.

**Tabla 2.** Tabla de registro de Temperatura de la ciudad de Huancayo

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
TEMP. MEDIA (°C)	12.65	12.55	12.3	12.2	11.45	10.3	10.25	11.35	12.5	13.15	13.15	12.75
TEMP. MINIMA (°C)	6.9	6.9	6.3	5.2	3.5	1	1	2.5	4.8	6	6	6.1
TEMP. MAXIMA (°C)	18.4	18.2	18.3	19.2	19.4	19.6	19.5	20.2	20.2	20.3	20.3	19.4

FUENTE: elaboración propio

## 1.2 Formulación y sistematización del problema

### 1.2.1 Problema general

¿De qué manera el diseño automatizado del horno influye en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?

### 1.2.2 Problema(s) específico(s)

- a) ¿De qué manera el Diseño Automatizado del horno influye en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?
- b) ¿De qué manera el Diseño Automatizado del horno influye en el control de la temperatura para el secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?
- c) ¿De qué manera el Diseño Automatizado del horno influye en la reducción de humedad de la madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Social o practica**

El presente proyecto se justifica debido a que en la actualidad en la Ciudad de no es muy común la práctica del secado de madera artificialmente para la fabricación de muebles a esto se suma el poco interés y desconocimiento de la automatización de los empresarios.

Los árboles recientemente talados contienen en su estructura un alto porcentaje de humedad; por lo tanto, el secado de madera toma relevancia debido a que la fabricación de muebles garantizaría la calidad y durabilidad, características demandadas en el mercado, debido a que el tiempo de secado reduciría considerablemente, respecto a un secado de madera normal o secado de madera natural.

### **1.3.2 Científica o teórica**

El presente proyecto busca desarrollar una herramienta que ayude a la empresa a mejorar sus ventas, para ello se diseñara un horno para optimizar el secado, la misma que no es muy conocida y utilizada en el mercado local.

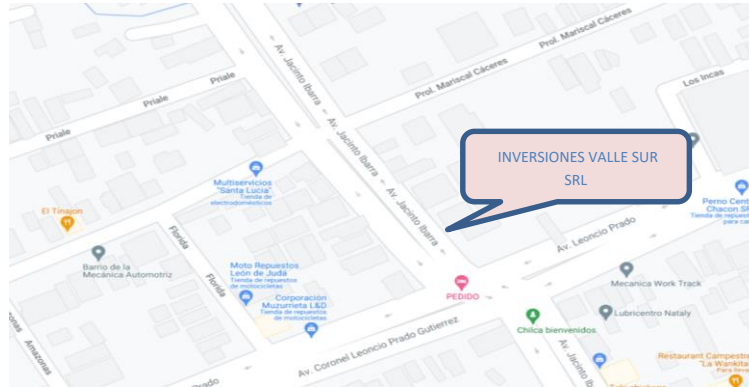
### **1.3.3 Metodológica**

Conforme a los objetivos planteados en el presente proyecto de investigación, es lograr que los resultados hallados permitan obtener soluciones optimas y claras a los problemas del secado de madera que afectan negativamente a la producción en la Institución. Dichos resultados nos permiten proponer cambios de métodos en la reducción de tiempos en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL.

## **1.4 Delimitación**

### **1.4.1 Espacial**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la empresa Inversiones valle Sur SRL, de la ciudad de Huancayo, sito en la Av. Jacinto Ibarra N° 882.



**Figura 6.** Delimitación espacial de la investigación

### 1.4.2 Temporal

Esta investigación, fue llevada a cabo durante el periodo de noviembre de 2020 a abril de 2021 y los datos considerados serán delimitados temporalmente durante estos meses.

### 1.4.3 Económica

Los costos requeridos por la presente investigación, fueron cubiertas con los recursos del investigador ya que se utilizó herramientas y equipos propios, así como software autorizado.

## 1.5 Limitaciones

Para el desarrollo de esta tesis, se tuvo las siguientes consideraciones: La investigación se realizó en la empresa Inversiones Valle Sur SRL - Huancayo para desarrollar el Diseño automatizado que tendría que estar conforme a los requerimientos o necesidades de la empresa.

- **Fase de Inicio:**

En esta fase, se inició con el dialogo con las partes interesadas y de esta manera logrando acuerdos, se tiene la lista de requerimientos de la empresa de acuerdo a sus necesidades.

- **Fase de Elaboración:**



En esta fase se realizó una explicación del diseño y procedimiento de automatización y modelamiento teniendo en cuenta las necesidades primordiales para el diseño automatizado. También se identifica todos los casos de usos y actores.

- **Fase de Construcción:**

En esta fase, se reafirmó las necesidades que faltan, guiándose en el proceso de diseño del horno, también se da una mayor importancia al tiempo, temperatura y CH de la madera para poder optimizar tiempo, costo y calidad.

- **Fase de Transición:**

En esta fase, se determinó por el modelamiento del diseño automatizado de horno y la evaluación de resultados.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL

### **1.6.2 Objetivo específico**

- a) Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en el tiempo de secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL
- b) Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en el control de temperatura para el secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL
- c) Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en la reducción de la humedad en la madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL

## **CAPUTILO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes**

##### **2.1.1 Nacionales**

- (Pinchi Reategui, Aracely 2016) para optar el título de Ingeniero Forestal, presento el trabajo de investigación titulada “Evaluación del comportamiento del secado artificial de la madera corta de la especie cumala (*virola* sp.) en cámaras de secado de aire caliente en la Industria Inversiones La Oroza SRL Loreto – Perú” en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana en el año 2016, planteo el siguiente problema: El secado de madera, es uno de los más exigentes procesos de preparación de la madera para usos domestico e industrial, es decir, del correcto desarrollo depende que la madera ofrezca estabilidad dimensional, propiedades mecánicas y cualidades de trabajabilidad, exigidas a las maderas que se va a procesar, la misma que es fundamental para ofrecer calidad de los productos. Para poder alcanzar la condición mencionada, la madera debe someterse a un proceso de secado artificial. En la región, existen industrias que secan artificialmente la madera con tablas de 1” de

espesor, en periodos de 7 – 9 días. El proceso de secado de madera, es el que mayor tiempo y energía consumen, se podría entender algunos argumentos industriales de disminuir los tiempos de secado y consumo de energía. El tiempo de duración de secado corresponde a la calidad requerida de la madera para el tipo de elaboración que desea elaborar a partir de dicho bien o material. En otras palabras, al contar con la cámara de secado, también se debe contar con los requisitos de ingeniería y con la calidad y tiempo esperados. Actualmente, se requiere brindar un valor agregado a la madera, de esta manera, se tiene la oportunidad de secar madera para distintos usos. En dicho contexto, Inversiones la Oroza S.R.L; necesita realizar aprovechar mejor su producción, por lo que requiere utilizar madera para otros usos; siendo necesario contar con un programa de secado para este tipo de madera. Mediante esta problemática planteó el siguiente objetivo general: Evaluación del comportamiento de los dos programas de secado de madera artificial corta de cumala, en cámaras de aire caliente en la empresa; y como objetivos específicos: en primer lugar, se debe determinar la humedad final con el secado artificial de la madera cumala, en hornos calientes, en dos programas de secado; en segundo lugar, se debe evaluar porcentualmente los defectos dl secado artificial de la madera corta de cumala, en hornos caliente de dos programas de secado.; en tercer lugar, Se debe establecer una propuesta adecuada del programa de secado en el proceso de mejora del comportamiento de secado artificial de madera corta cumala en hornos calientes con dos programas de secado. De acuerdo a esto se plantea las siguientes conclusiones: en primer lugar, El secado programado para 1” de espesor alcanzo el contenido final de humedad de 9% en 168 horas; en segundo lugar, El secado programado para 1” de espesor alcanzo el contenido final de humedad de 8% en 156 horas; en tercer lugar, El secado artificial propuesto obtuvo un 98.25% de rendimiento y 1.76% de desperdicio; en

cuarto lugar, El secado artificial propuesto obtuvo un 98.24% y 1.76% de desperdicio.

- (Quispe Jesús 2019) para la obtención del grado académico de Ingeniero Electrónico presentó el proyecto de investigación “Automatización y monitoreo de un túnel para secado de la producción de la harina de maca en la localidad de Junín” en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa en el año 2019, planteó el siguiente problema: En el departamento de Junín, donde se hallan las zonas de producción de los proveedores, el secado de tubérculos es por la exposición al sol solo cubiertos con esteras de fibra, hasta disminuir la humedad al 25%. Posteriormente se almacena en lugares especiales hasta su distribución. Para obtener la harina del tubérculo, la maca se lava y es triturada especialmente, hasta la obtención del granulo, finalmente es secado en un ambiente caliente hasta 55°C por 8 horas. Es una condición muy importante cumplir con esta temperatura a fin de lograr la humedad final de 5% y conservar los componentes valiosos y evitar el moho. El secado es un proceso que se realiza de manera empírica, con la finalidad de obtener el 5% u 8% de humedad normado. Por lo tanto, el secado lleva mucho tiempo por lluvias, vientos y humedad ambiental, por lo que se determina una calidad pésima del producto. Para solucionar este problema se necesita una solución eficiente e innovadora que mejore el proceso de secado, actualmente la industria en el Perú se va automatizando, con la finalidad de obtener productos exactos y rápidos. La maca debe cumplir con ciertos estándares como calidad, fisicoquímico, microbiológico y otros regulados por la NTP (Norma Técnica Peruana) para una mejor elaboración. Mediante esta problemática planteo el siguiente objetivo general: Diseñar la automatización y monitoreo de un túnel para el proceso de secado en la producción de la harina de maca mediante una plataforma electrónica para ser utilizado por el personal en la correcta operación del secado y utilizarse

en la localidad de Junín; y como objetivos específicos: en primer lugar, Determinar las variables fundamentales del secador túnel; en segundo lugar, Elegir el mejor método para el secado de la maca; en tercer lugar, Cumplir con los estándares establecidos por la NTP (Normas Técnicas Peruanas); en cuarto lugar, Realizar un estudio para la mejor estrategia de automatización de secado de maca; en quinto lugar, Mantener la temperatura constante para el secado de maca con una tolerancia de 5%; en sexto lugar, Evaluar el funcionamiento del sistema; De acuerdo a esto se plantea las siguientes conclusiones: se logró concluir el túnel automatizado y monitoreo para el proceso de secado de la harina de maca producida. Recomendación: para no obtener datos erróneos en el proceso de secado es recomendable realizar el mantenimiento preventivo. Se concluyo cumplir con los estándares establecidos por la NTP (Normas Técnicas Peruanas) para el proceso de la harina de maca. Se recomienda verificar, evaluar y establecer estas normas para diferentes tipos de alimentos si se quiere desarrollar un proceso más amplio en el futuro. Se concluyo mantener una temperatura constante para el secado. Se recomienda realizar el correcto uso de este sistema de secado para obtener la temperatura constante.

- (Núñez Solano 2017) para la obtención del grado académico de doctorado en Ingeniería Industrial presento su trabajo de investigación “Automatización de los procesos de secado y selección del cacao ecuatoriano conservando las características sensoriales y previniendo riesgos laborales” en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el año 2017, planteó el siguiente problema: “El cacao (*Theobroma cacao* L) es una fruta tropical considerado como un patrimonio en el Ecuador, crecen el climas donde existen precipitaciones abundantes y las temperaturas son estables en tre los 25 – 28 grados centígrados”. “La excelente calidad y producción del 2011, significo el premio como el “mejor cacao por su

calidad oral” y “mejor grano de cacao por región geográfica” en du Chocolat de Paris. El cacao ecuatoriano tiene como principal característica el aroma y sabor que lo hizo distinto de otros países. El cacao ha incrementado su demanda sustancialmente, según el diario El Comercio 2014. Existen muchos productores de cacao semielaborados y en grano que trabajan de forma independiente o asociada, formal o informal. La contribución del cacao exportado ha sido muy importante para la economía nacional, por las divisas generadas. Los procesos de secado y selección de cacao son operaciones que se desarrollan dependiendo la clase de cacao que se desea obtener y calidad exigida por la (INEN) Norma Técnica Ecuatoriana 176:2006, los procesos de selección y secado de cacao son de manera manual un 95% y 5% es automatizado o mecanizado. La empresa transnacional, OLAM Ecuador es la que mayor exportación tiene con  $2,5 \times 10^4$  ton. Met. La selección y secado del grano de cacao son procesos a mano, el cual expone a riesgos laborales diversos: mecánicos, biológicos, ergonómicos, físicos, químicos, psicosociales, la no eliminación o minimización de riesgos, genera la exposición a lesiones severas de salud de forma permanente o temporal, así como otras enfermedades ocupacionales o accidentes que generan pérdidas económicas. La automatización beneficia a los empresarios en aspectos como la higiene, reducción de costos, incremento de productividad, reducción de riesgos, entre otros. Mediante la problemática, planteo los siguientes objetivos; objetivo general, Automatizar la selección y secado de cacao, previniendo riesgos y conservando las características sensoriales; objetivos específicos: en primer lugar, Elaboración de una secadora automática de cacao conservando sus características sensoriales; en segundo lugar, automatizar la seleccionadora de cacao para separar materiales indeseables; El tipo y diseño de investigación planteado fue Aplicada, explicativa y semi – experimental; De acuerdo a esto plantea las siguientes

conclusiones: es posible automatizar el proceso de secado de cacao, no alterando sus características sensoriales.

- (Arbieto Campos 2017) para la obtención del título de Ingeniero Mecánico Electricista presento su trabajo de investigación titulado “Automatización de un sistema de mezclado de pintura mediante el PLC SIEMENS LOGO 230RC, como alternativa para reducir los tiempos muertos originados por el actual proceso manual” en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur en el año 2017, planteó el siguiente problema: en la actualidad la empresa Hach SAC, realiza la elaboración manual del proceso de pinturas, obligando contar con un operador para descargar y mezclar materia prima. A estos problemas se asocia errores en cantidades de materia prima,, factor elevado de potencia por mala operación de motor, exceso en los tiempos de producción, por descargas realizadas en horario laboral, energía consumida en exceso, motores y bombas averiados por mala práctica. Por lo tanto, es necesario el uso de una tecnología que establezca un proceso automatizado, para optimizar la producción de la pintura. Mediante la problemática, planteo los siguientes objetivos; objetivo general, la reducción sustancial de tiempos muertos generados por la practica manual de la mezcla de pintura en la empresa, aplicando un PLC; objetivos específicos, en primer lugar, se identifica las entrada y salida del proceso de mescla para establecer la relación de pertenencia a través de un PLC; en segundo lugar, se desarrolla el programa del PLC con la finalidad de automatizar la mescla de pintura. De acuerdo a esto plantea las siguientes conclusiones: es concluyente una posible reducción del tiempo muerto por el proceso manual de mescla de pinturas. Por último, se desarrolla la automatización del proceso de mezclado de pintura por un PLC.

- (Herrera Leyva 2019) para la obtención del título de Ingeniero Informático y de Sistemas presento su trabajo de investigación titulado “Propuesta de automatización para la mejora del proceso de renovación de contratos del área de recursos humanos de una empresa privada” en la Universidad San Ignacio de Loyola en el año 2019, planteó el siguiente problema: La empresa proporciona servicios de fabricación de software, pruebas, soluciones tecnológicas y capacitación de talentos, a través del funcionamiento de las áreas. Pero, últimamente la empresa empezó una expansión incrementando la cantidad de clientes y empleados. Consecuentemente, el área de RRHH tiene mayor carga laboral. Aquí se realizan diversos diferentes procesos como “contratos nuevos” etc. Para el funcionamiento empresarial. Por la tanto, realizada la evaluación, la jefatura de RRHH, Gerencia de Procesos y Gerente Gral. con la finalidad de una mejora de procesos. resultando, que debería de renovar los contratos, ya que de presentarse inconvenientes afectarían laboral, económica y legalmente a la empresa. Mediante esta problemática planteó el siguiente; objetivo general: Determinar la influencia de la robótica automatizada en la renovación de contratos de RRHH; como objetivos específicos: en primer lugar, reducir el proceso de renovación de contratos en un 25% del tiempo habitual; en segundo lugar, reducir la cantidad de pasos en 30% del proceso de renovación de los contratos; el autor utiliza el Método aplicado – cuantitativo. De los resultados que obtuvo, plantea las siguientes conclusiones, sobre el objetivo general, se determinó que la automatización robótica de procesos influye en la mejora de proceso de renovación de contratos, en cuanto a tiempo y cantidad de pasos a realizar para la atención de las solicitudes de renovación de contrato. Además, se aceptó la hipótesis de que la automatización robótica de proceso influye en la mejora del proceso de renovación de contratos del área de recursos humanos de una empresa privada. Se evidencia que mediante la propuesta es posible reducir en un 25% el tiempo en el que se realiza el proceso de



renovación de contratos del área de recursos humanos de una empresa privada, mediante la automatización robótica de procesos, debido a que se logro reducir el tiempo de atención en 91% respecto al escenario actual. Asimismo, mediante esto, se acepto la hipótesis de que la automatización robótica de procesos influye en la reducción del tiempo en el que realiza el proceso de renovación de contratos del área de recursos humanos de una empresa privada. Se evidencia que mediante la propuesta es posible reducir en un 30% la cantidad de pasos en el que se realiza el proceso de renovación de contratos del área de recursos humanos de una empresa privada, mediante la automatización robótica de procesos, debido a que se demuestra la reducción de cantidad de paso en 72% respecto al escenario actual. Asimismo, mediante esto, se acepto la hipótesis de que la automatización robótica de procesos influye en la reducción de pasos en el que se realiza el proceso de renovación de contratos del área de recursos humanos de una empresa privada.

### **2.1.2 Internacionales**

- (Oporta Fonseca, Nimer Sebastian 2017), para optar el grado de Ingeniero Mecatrónico presentó su trabajo de investigación titulado: “Prototipo de un sistema automatizado para el secado de madera en la “Corporación Intermunicipal para el desarrollo local (CIDEL) en el municipio de Catarina – Masaya, agosto 2016 – mayo 2017”. en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – UNAN 2017. Planteó la siguiente problemática: En el país centroamericano, Nicaragua, hay escasos lugares para tratar la madera por lo que es secado al aire libre, el cual es lento y no garantiza la calidad. El CIDEL, tiene un horno de secado, el cual utiliza de manera manual el panel de control, la misma tiene dos partes, la primera, cuenta con un higrómetro térmico en la que se visualiza la humedad relativa y temperatura digital. En la segunda, el encendido de ventiladores de aire. Además, existen ventanas de aire, las cuales se cierran y abren al ser necesario. El medio ambiente no es óptimo para secar la madera debido a

que se debe mantener temperaturas constantes, caso contrario causaría daños en la madera. Mediante esta problemática planteó el siguiente objetivo general: diseñar el prototipo de un método automatizado con Arduino de secado; y como objetivos específicos: en primer lugar, hacer un análisis de la cámara actual y lo que se necesita para automatizarlo; en segundo lugar, realizar el modelo automatizado para obtener mayor fluidez del proceso de secado. Para eso se utilizó el tipo de investigación Pre experimental – Cuantitativo. Se plantea las siguientes conclusiones: la cámara debe encontrarse libre de árboles y edificios que no permitan la llegada de los rayos de sol al techo. Se evidencia la poca eficiencia en el control de variables en el secado. Para mejor función, se eligió módulos y equipos programables a fin de automatizarlos, se diseñó un circuito, cumpliendo las características de obedecer el PLC. Al instalar el sistema automatizado, el sensor de temperatura y humedad se ubican en un lugar estratégico. El tablero de control, se ubica en un espacio sin humidificación y obtener un mayor rendimiento de la placa de Arduino. El diseño de sistema automatizado para secado de madera cumple las etapas del proceso.

- (Lince Arango, Valentin y Arroyave Gómez, Andres Felipe 2016), para optar el grado de Ingeniero Mecatrónico en la Universidad EIA 2016, presentaron la tesis “Diseño de un horno para secado de madera aserrada en zonas cálidas, planteo la siguiente problemática: La madera contiene fibra y es dura con troco y ramas, origen vegetal. Por el agua en su interior no es apta para usar, ya que puede sufrir ataque de hongos, moho, dimensión inestable, pudrición, etc. Sin poder darle valor agregado. Al reducir el peso en 50% se facilita el transporte y manejo. Específicamente en Tecninsumos Ltda., de la ciudad de Medellin, encargada del proceso de plantación de árboles, así como la entrega de productos de madera terminados. El transporte de madera se realiza hasta Medellin en camiones, para su pre

secado y posterior secado en hornos. El bosque no tiene acceso para gas natural. ¿Se podrá desarrollar para el secado de madera un horno utilizando otras alternativas de quemador? Mediante esta problemática plantea los siguientes objetivos: Objetivo General, Modelar un horno de secado con una capacidad de 0.756 metros cúbicos, para la simulación de secado de madera roble; y como objetivos específicos; en primer lugar, parametrar variables del proceso de secado de madera; en segundo lugar, Estudiar la factibilidad la disminución del quemador potencialmente, de acuerdo a los datos del SENA; en tercer lugar, Simular el secado de SENA en CAD con todas las variables; en cuarto lugar, hacer el diagrama eléctrico de actuadores, PLC, sensores etc. De acuerdo a esto plantea las siguientes conclusiones; El proceso de secado de madera es térmico variando de acuerdo a la especie. Por lo anterior, las técnicas y horarios no son perfectos. La humedad relativa y temperatura se pueden alcanzar fácil en un horno convencional, pero es importante que las variaciones no sean bruscas.

- (Oehninger 2018) para la obtención del grado de Magister en Gestión Tecnológicos y de Telecomunicaciones presento su trabajo de investigación titulado “El impacto de la robótica y la automatización del empleo en Uruguay” en la Universidad de San Andrés 2018, planteó el siguiente problema: Actualmente existen nuevas tecnologías que mezclan el rediseño robótico y aprendizaje. La creación de software y herramientas que ayudan la eliminación de trabajos rutinarios. Se reducen las interacciones con el cliente, imitan trabajos realizados por humanos y las mejoran. Los equipos se automatizan con capacidades de toma de decisión. El trabajo realizado por los humanos en el proceso, es automatizado; para que los humanos puedan realizar trabajos estratégicos. Existen dos tipos de tecnologías automatizada, la primera realiza tareas y la segunda toma decisiones. La capacitación y preparación serán claves

para empleadores y empleados. Mediante esta problemática planteo los siguientes objetivos: en primer lugar, Describir el estado actual del empleo en Uruguay en comparación al análisis de los efectos de los niveles de automatización y robotización en el empleo como consecuencia del avance de la tecnología; en segundo lugar, Identificar la población activa en el Uruguay y en que sectores trabaja; en tercer lugar, Analizar qué impacto global tendrá la automatización en el trabajo, e identificar qué tipo de tareas y habilidades son más propensas a automatizarse; en cuarto lugar, Analizar que significa automatización para los salarios y cuáles son los escenarios posibles para el crecimiento del empleo; en quinto lugar, Se investigara a nivel global si el sector en el que se desempeñan los trabajadores así como el nivel educativo están directamente relacionados con el riesgo de ser automatizados para la tecnología y que tipo de políticas serian eficaces según opinión de los distintos autores para acompañar la situación presente y futura; en sexto lugar, Analizar los estudios existentes sobre la automatización en el trabajo con datos estadísticos actuales de los secretos de actividad en Uruguay para determinar cuales están en mayor o menor riesgo de automatizarse. De los resultados que obtuvo, plantea las siguientes conclusiones; En Uruguay se suele afirmar que las cosas pasan 10 años después que en el resto del mundo, pero la tecnología ya está instalada y llega para quedarse y crecer. Quizá algunas barreras van a frenar un poco el proceso, y probablemente pueden ser útiles para que podamos copiar las cosas que están saliendo bien en el resto del mundo y evitar algunas equivocaciones.

- (Pilataxi Ronmel 2018) para optar el grado académico de Magister en Ingeniería de Software presento su trabajo de investigación “Automatización de procesos para planificación curricular e incidencia en labor docente de la Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre, utilizando metodología Extreme Programming” en la Universidad Técnica del Norte en el año 2018, planteó el siguiente problema: la evaluación del

desempeño profesional del docente es uno de los requisitos exigidos por el ministerio de educación del Ecuador con el objeto de mejorar la calidad de la educación, sin embargo, no existen líneas de acción y herramientas tecnológicas que permitan a los docentes desarrollar su trabajo profesional, evidenciando las actividades académicas que a diario se despliegan dentro del ámbito educativo que sustente documentadamente su labor dentro del proceso académico. El ministerio de educación ecuatoriano siendo el ente encargado de la educación, dispone al Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) para realizar la evaluación del portafolio docente como uno de los procesos para evaluar los conocimientos del educador ecuatoriano, siendo las planificaciones parte del mismo. Mediante esta problemática planteó el siguiente objetivo general: Implementar software utilizando la metodología Extreme Programming, para la automatización de procesos de planificación curricular en la Unidad Ejecutora Teodoro Gómez de la Torre; y como objetivos específicos: en primer lugar, caracterizar el proceso para planificación curricular de la Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre; en segundo lugar, diseñar la arquitectura del software, utilizando un lenguaje de modelado visual para automatizar los procesos de planificación curricular, que permita la integración con aplicaciones existentes en la institución; en tercer lugar, implementar el software para procesos de planificación curricular utilizando pruebas de aceptación de la metodología Extreme Programming; De acuerdo a esto se plantea las siguientes conclusiones: en primer lugar, La estructura de planificación curricular en la Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre, están definidas bajo las normativas y los lineamientos del Ministerio de Educación, necesarios para la elaboración y presentación de documentación que acredite el cumplimiento de lo planificado por el docente, y permite evidenciar los logros alcanzados y el desempeño profesional dentro del proceso educativo; en segundo lugar, la arquitectura utilizada en el diseño de la aplicación para la automatización de los procesos curriculares, basada en la arquitectura cliente – servidor con n – capas, permite la integración con el sistema académico de notas existentes

en la Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre, a fin de tener un software actualizado que cumpla con los estándares de calidad más relevantes.

- (Rivera Cristian 2018) para optar el grado académico de Magister en Tecnología de la información presento su trabajo de investigación “Automatización de pruebas de regresión” en la Universidad de Chile en el año 2018, planteó el siguiente problema: en el contexto del desarrollo de software, las pruebas de validación buscan comprobar que el software hace lo que el usuario espera, siendo estas una parte importante del procesos de desarrollo, que requiere de un gran compromiso por parte de todo el equipo involucrado. Sin embargo, el proceso de testing manual es tedioso una vez que una prueba ha sido ejecutada en más de una ocasión.. Mediante esta problemática planteó el siguiente objetivo general: el objetivo principal de este trabajo es poder definir, formalizar e instrumentar un proceso de testing enfocado en la automatización de las pruebas de regresión que resulte beneficioso en tiempo y esfuerzo en comparación con la ejecución manual de las pruebas. En este trabajo de tesis, se trabajará con los sistemas de ventas y el sistema de atención a clientes, para que sirva como referencia a otros sistemas para entregar software de mejor calidad en la compañía de TV Chile. Al momento de iniciar el proyecto, estos 2 sistemas seleccionados como piloto, eran los que más horas de mantención correctiva ocupaban producto de los errores en ambiente de producción y también, los que requerían de un volumen importante de pruebas de regresión que no se alcanzaba a ejecutar de forma manual; y como objetivos específicos: en primer lugar, Reducir el tiempo que transcurre entre que un requerimiento es concebido y está disponible en el sistema para ser usado en producción. Esta métrica se conoce como time to market (TTM), donde la definición de un nuevo proceso de *testing* y la realización de las pruebas automatizadas de regresión permitirá a los

equipos de SD realizar validaciones en menor tiempo y repetirlas según sea necesario, haciendo posible, además, desarrollar más requerimientos evolutivos en un mismo release en los sistemas de ventas y el sistema de atención de clientes. La métrica time to market actualmente es 90 días y el objetivo es reducirla a 65 días; en segundo lugar, Reducir las horas hombre (HH) invertidas en pruebas manuales por los equipos de SD, donde la realización de pruebas automatizadas de regresión en los sistemas antes descritos, permitirá realizar una mayor cobertura de pruebas utilizando menos tiempo que un proceso manual. Actualmente se destina para las pruebas manuales el 30% del tiempo total por requerimiento y el objetivo es reducirlo al 10%; en tercer lugar, Reducir los casos de prueba que se ejecutan de forma manual, lo que implica automatizar más del 65% de los casos de prueba de cada sistema; De acuerdo a esto se plantea las siguientes conclusiones: La realización de ambos prototipos permitió la depuración de los CP de cada uno de los sistemas que se pilotearon, eliminando aquellos que resultaban redundantes y ampliar con nuevos CP aquellas funcionalidades no cubiertas. Lo anterior permitió al equipo de Calidad productiva, específicamente a las personas que realizan el rol de QA, adoptar prácticas enriquecedoras para la formulación de CP y ampliar a otros sistemas la generación de los mismos.

## **2.2 Marco conceptual**

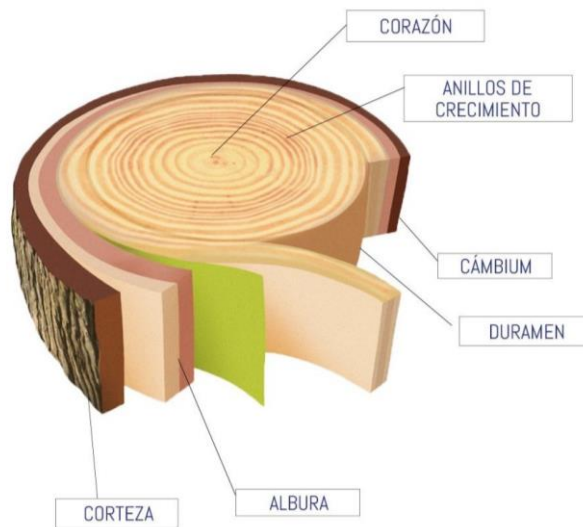
### **2.2.1 La madera**

(ÁLVAREZ, y otros, 1992) Sustenta que la madera es un material orgánico, básicamente compuesto por carbono 50%, oxígeno 43%, hidrógeno 6%, nitrógeno 1%. Además, está compuesta por células de diferentes tipos, mayormente ahusadas y largas, huecas por eso su naturaleza porosa; como esencia del tronco, la madera, transporta agua y nutrientes, además de servir de soporte de ramas.

### 2.2.1.1 Estructura anatómica de la madera

Según (CALDERÓN, 2016) La constitución de la madera viene dada por células longitudinales que transportan el agua de las raíces hacia la copa de los árboles y transversales que apuntan del centro o corazón a la corteza o exterior; cada madera varía según la especie, por la disposición, la abundancia y el tipo de tejidos de la estructura de la madera, esta particularidad genera variación en las características anatómicas, que se reflejan en las propiedades mecánicas y físicas y en su procesamiento, especialmente en el secado.

Las fibras, son los elementos principales de la madera, determina las propiedades como resistencia mecánica, densidad, contracción hinchamiento, aislamiento acústico y eléctrico, etc. La trabajabilidad de la madera viene definida por las fibras de esta.



**Figura 7.** Estructura anatómica de la madera

FUENTE: elaboración propio



**Tabla 3.** Descripción de la estructura del tronco de la madera

Elementos	Calidad de la madera y sus características
Corteza	Se elimina durante el proceso de transformación.
Cambium	Capa pequeña o microscópica constituida por células vivas y delgadas paredes, que están entre la madera y corteza, el diámetro del tronco, se debe a la intervención del cambium, la cual se produce mayormente hacia el interior.
Corazón o Medula	Constituida por células muertas o débiles.
Albura	Susceptible de ataques de insectos y hogo, ses recomendable no trabajarla.
Duramen	Es la madera misma o material leñoso, utilizado como materia prima, generalmente resiste al ataque de insectos y hongos.
Anillos de crecimiento	Define la estabilidad de la madera, y apariencia en decoración.

Fuente: Guía práctica de secado de madera

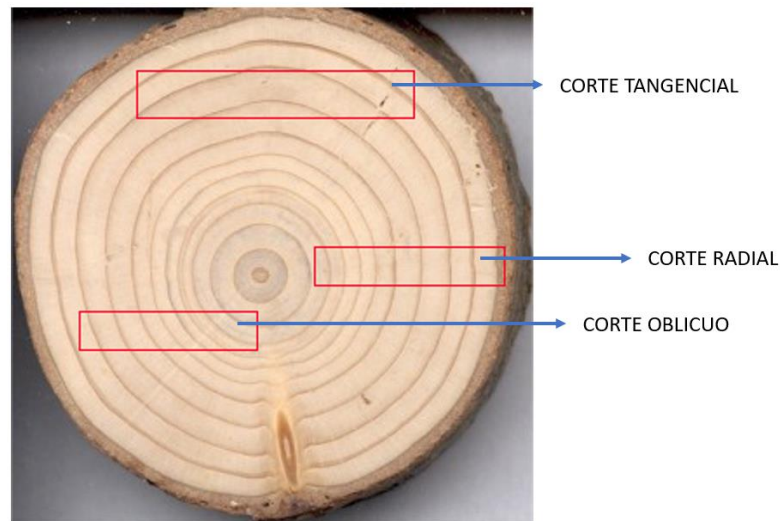
#### 2.2.1.2 Cortes de la madera

Según (CALDERÓN, 2016) El aserio o corte de la madera, puede ser de las siguientes maneras:

Corte Radial; paralelamente cortado al eje longitudinal, tangente a los anillos. Los pisos, tablero de mesas, parantes de puerta deben ser de corte radial.

Corte Longitudinal o tangencial; paralelamente cortado a la cara de mayor superficie es tangente a los anillos y perpendicularmente a los radios. Usado para chapas.

Corte Oblicuo; corte intermedio, tangencial y radial.



**Figura 8.** Tipos de Corte de madera

Fuente: Proyecto FAO/HOLANDA/INFOR.

### 2.2.1.3 Agua en la madera

Según (KOLLMANN, 1959) Elemento esencial de la especie, que define su peso, cantidad de humedad y calidad (dureza y resistencia).

El agua se halla en la madera de tres formas:

- Agua libre: se encuentra en las cavidades o lúmenes, las cuales se eliminan fácilmente (primera en salir) la cual no realiza cambios en su dimensión. Puntos de saturación de fibras (PSF) entre 21% - 32% CH.
- Agua de saturación, higroscópica o ligada: se encuentra en las paredes celulares, comúnmente llamado como agua absorbida o imbibición. Existe cambios dimensionales al extraerse, en este punto la eliminación es más lenta hasta llegar al equilibrio higroscópico en armonía a la humedad

relativa de la atmósfera circundante. La mayoría de maderas tiene equilibrio higroscópico entre 12% - 18%.

El secado artificial es para conseguir contenidos de humedad menores a 12%, facilitando el secado, considerando que la gradiente debe ser estable, permitiendo obtener mayor calidad de madera.

- Agua de constitución: el agua es parte madera, dentro de la materia celular que no es eliminada por ningún método, por el contrario para eliminarla se carboniza la madera.

#### 2.2.1.4 Determinación del CH en la madera:

Según (ÁLVAREZ, y otros, 1992) Para determinar el CH se tiene en cuenta los valores de saturación y agua libre que identifican el peso de la madera. Para obtener un peso constante se debe secar a 100°C.

El valor numérico se expresa en porcentaje y se calculará con la siguiente formula:

$$CH = + \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100\%$$

Donde:

CH = humedad de la madera, porcentaje de su peso anhidro.

Ph = peso inicial de la madera, de la madera en estado húmedo.

Ps = peso final o constante, peso de la madera en estado anhidro

#### 2.2.1.5 Propiedades de la madera

Según (KOLLMANN, 1959) Las propiedades de la madera que influyen en el proceso de secado son:

- Higroscopicidad: propiedad de intercambiar agua con el ambiente, es decir, la madera absorbe y cede agua del ambiente, depende de la temperatura y humedad relativa del entorno. Si el CH de la madera está

en equilibrio con la temperatura y humedad relativa del medio ambiente, es porque la madera está en su humedad de equilibrio. Si las condiciones ambientales no varían, el CH de la madera permanecerá constante.

- Anisotropía: referido al desigual o diferente comportamiento de la madera en sus tres ejes (radial, tangencial, longitudinal) en relación al cambio dimensional. La contracción es importante en el proceso de secado, puesto que la madera reduce, en promedio, de 1/16" a 1/8" en el espesor. La madera se contrae más en el eje tangencial que en el longitudinal o radial, aproximadamente el doble de la radial. No se toma en cuenta la contracción longitudinal por ser mínima.

“La higroscopicidad y la anisotropía son las propiedades por las cuales se originan grietas y deformaciones en la madera. Estos defectos se producen por una salida brusca de agua de la madera, causada por condiciones de cambios ambientales drásticos”

- Densidad de la madera (DM): se obtiene de dividir el peso de la madera entre el volumen que ocupa.

La densidad de la madera varía de acuerdo a la cantidad de agua (CH) que posee y de la especie a la que pertenece (constitución anatómica). Para fines de determinación de las características de las especies, se determina la densidad en función a su peso constante, de ahí que se clasifiquen las especies en maderas: medias, duras o blandas. Esta densidad es relacionada con la resistencia mecánica y dureza, mayor densidad mayor dureza y resistencia mecánica.

- Resistencia mecánica: A la flexión, compresión, cortadura, desgaste, tracción y flexión. Resiste a la tracción y compresión.
- Hendibilidad: Resistencia que opone la madera ante el esfuerzo de tracción transversal antes de romperse por la separación de las fibras. La madera hendible no es apta para realizar encajes y clavar.

- Retractibilidad o contracción: al secar la madera, siempre que se conserve en 15 y 20% se contrae, pero, cuando la humedad es menor a la del medio ambiente, absorbe agua e hincha.
- Humedad: Cantidad de agua contenido en la estructura de la madera. Relacionada con el peso que afecta otras propiedades mecánicas y físicas. Factor a reducir para la obtención de madera óptima.
- Dureza: anuencia ofrecida al tajo. Incrementa con la densidad.
- Flexibilidad: propia de la madera joven, verde y blanda, que permite ser doblada sin romperse.

#### 2.2.1.6 Clasificación de la madera.

Según (VILLANUEVA, 1977) La madera se clasifica por su dureza y grado de humedad.

Según su dureza:

- Maderas duras: árbol de hoja caduca. Ejemplo, castaño, roble, caoba, olmo. Son maderas macizas de poca resina y nudos, varios colores, densidad mayor, lento crecimiento, anillos anuales juntos, difíciles de trabajar, menor precio y calidad.

Empleadas para ebanistería, muebles compactos, instrumentos de música, interior de barco, etc.

- Maderas blandas: son maderas de árbol que tienen hojas perennes, es resinífero. Ejemplo, el ciprés, el pino, el abeto, el cerdo, etc. Son ligeras, de crecimiento rápido, tienen muy marcados los anillos, color claro, pequeños nudos, de trabajo fácil y costo bajo.

Empleado para trabajos que no se necesita gran solidez: cajas, tablas, embalajes, muebles funcionales sencillos, pasta de papel.

Según el grado de humedad:

- Maderas verdes: tienen mucha humedad de 30% – 35%. Las maderas recientemente talas son pueden usarse para trabajar, al secar se agrietan y encogen.
- Maderas desecadas: la humedad es reducida hasta un 20 – 22% naturalmente, la madera se apila para que el aire circule entre ellas para reducir el contenido de agua.
- Maderas secas: la humedad se reduce hasta 3% utilizando hornos artificiales. Permitiendo el secado más rápido, logrando resistencia mecánica y dureza.

#### 2.2.1.7 Obtención de la madera

Según (AROSTEGUI V., 1982) comprende las fases siguientes:

- Tala: primera operación, depende de la época de tala, constitución de la madera y aspecto, la calidad.
- Transporte: la utilización de máquinas especiales para llevar la madera del bosque hacia la vía.
- Descortezado: quitar la corteza que contiene al tronco.
- Tronzado. Cortar el tronco en pequeñas piezas.
- Trazado y despiece (aserrado): operación realizada para dividir el tronco en plano paralelo a su eje. Con el objetivo de conseguir piezas de determinadas dimensiones para su uso.
- Cepillado: para la eliminación de estructura irregular y mejorar el aspecto.

#### 2.2.1.8 Agentes que afectan la madera.

Según (AROSTEGUI V., 1982) Expuesta a agentes naturales biológicos y naturales, la madera, en su crecimiento, desarrollo, industria y uso, pueden acortar la duración natural de esta.

### **a) La humedad**

Para que la madera sufra ataques biológicos, debe contener agua en su estructura, el CH es importante y determinante de la degradación de la madera por la presencia de organismos.

La madera con punto de saturación de fibra (PSF) baja no sufre daño, pero algunos insectos y hogos pueden atacar la madera aun cuando tenga menor humedad.

La madera húmeda tiene propósitos en la pudrición; insectos y hogos requieren de muchos procesos metabólicos. Al entrar agua en la madera se hincha la microestructura hasta el punto de saturación de fibras (PSF) (por encima de 30%). Alcanzado este punto, el hongo comienza a degradarla.

### **b) El oxígeno**

Todos los organismos con excepción de las bacterias anaeróbicas, necesitan oxígeno para respirar. Mientras no haya oxígeno pareciera estratégico el control decadente de la madera, pero la mayoría de hongos podría sobrevivir a muy baja cantidad de oxígeno. La madera tratada en algunos casos decae en agua dulce.

### **c) La temperatura**

Muchos de los organismos sobreviven a temperaturas de 21°C a 30°C; pero, son capaces vivir sobre temperatura mayor. En temperaturas por debajo de 0°C, el metabolismo es retardado. Cuando la temperatura sube más de 0°C, los organismos atacan la madera, retardando nuevamente a los 32°C.

A 32°C de temperatura, los organismos declinan su crecimiento, pero hay especies que continúan tolerantes hasta 40°C. mayormente mucho mueren

al ser expuestos por periodos largos en T mayores a 40°C, y en 75 minutos a T 65.6°C todos los hongos decaen.

**d) Las bacterias**

Las bacterias, organismos unicelulares importantes infectando madera no tratada que estén en ambientes húmedos, generando incremento de ablandamiento y permeabilidad en la madera. La afección por la bacteria es muy lenta, pero peligroso para maderas no tratadas expuestos por periodos largos. Algunas bacterias degradan los preservantes, pudiendo ser susceptibles a otros que no los toleran. La pérdida significativa de la resistencia puede desarrollarse en los restos de la madera no tratada saturada por períodos muy largos, el decaimiento bacteriano no parece ser un peligro significativo en la madera tratada a presión usada típicamente para la construcción.

**e) El hongo de la mancha y moho**

El hongo y moho impregnan rápidamente la madera al ser cortado y crece mientras haya humedad suficiente (25%), primero el hongo decolora la madera o mancha profundamente. El moho infecta la madera, la cual de quita cepillando,

**f) Los daños mecánicos**

La abrasión de vehículos, producida por superficies estropeadas y reduce el espesor de la madera.

**g) La degradación por luz ultravioleta**

Dada por la luz ultravioleta del sol, que degrada la lignina. La luz ultravioleta oscurece ligeramente a la madera.

**h) La degradación química**

Los ácidos fuertes causan daño a la madera. Las bases fuertes atacan la Hemicelulosa y la lignina, saliendo de la madera un color blanco



descolorado. Los fuertes ácidos atacan la celulosa y la Hemicelulosa, causando pérdidas de peso y de resistencia. La madera dañada por el ácido es de color oscuro y su aspecto es similar a la de la madera dañada por el fuego. Los fuertes productos químicos no entrarán en contacto normalmente con un puente de madera a menos que ocurran derrames accidentales.”

#### **i) Factores climáticos**

La madera sufre deterioro cuando se encuentra expuesta a la intemperie, provocada por la acción combinada de agentes climáticos afectando a su comportamiento y estética. Así los cambios y/o fluctuaciones constantes de temperatura y humedad causan contracción especialmente cuando las piezas provienen de cortes en sentido oblicuo (según orientación en el fuste), también puede perder resistencia cuando aumenta el CH. La presión que ejerce, el viento arrastra partículas de polvo y arena que golpean la madera contribuyendo a su desgaste. Los efectos químicos y abrasivos como la corrosión, son provocados por elementos acarreados por vientos que son depositados en la superficie de la madera, ante el oxígeno del aire y la presencia de los rayos solares, afectan considerablemente la integridad de este material.”

#### **2.2.2 Densidad en la madera**

Según (SCHREWE, 1983) Por ser la madera un material celular poroso, es de mucha importancia el conocer la cantidad de sustancia sólida que forman las paredes, por lo que indica que a mayor cantidad de material sólido tenga dicho tipo de madera, sus propiedades mecánicas serán mejores que los tipos de maderas porosas.

Además, las características de trabajo serán mejores y en cuanto a su secado, tendrá un comportamiento estable gracias a sus propiedades eléctricas y en tal caso a sus propiedades térmicas que ayudaran a evacuar rápidamente el

agua que se encuentra en la madera, debido a la cantidad de humedad de la madera que tenga.

#### 2.2.2.1 Densidad

Según (ÁLVAREZ, y otros, 1992) es definida como masa por volumen a determinado CH. la densidad se obtiene por cálculos dados con la formula:

$$D = \frac{M}{V}$$

D = densidad en g/cm<sup>3</sup>

M = masa de la madera con humedad.

V = volumen de madera con igual humedad

Cuando incrementa la humedad, también incrementa en mayor proporción la masa que su volumen, densidad incrementa directamente proporcional a la humedad.

Sabiendo que el PSF, el incremento de la densidad es mayor, por la estabilidad del volumen, por ello que, sobre el PSF la hinchazón cesa y no se sufre expansión de volumen. Por los cambios de volumen y masa por el CH, se describe las condiciones para el cálculo de la densidad para comparar.

$$DA=DENSIDAD ANHIDRA = \frac{m_0}{v_0}$$

$$DN=DENSIDAD NORMAL = \frac{m_{12\%}}{v_{12\%}}$$

$$DF=DENSIDAD EN EL PSF = \frac{m_f}{v_f}$$

Donde:

M<sub>0</sub> = masa seca al horno

V<sub>0</sub> = volumen seco al horno

$M_{12\%}$  = masa al 12% de CH

$V_{12\%}$  = volumen

$M_f$  = masa al 30% de CH

$V_f$  = volumen al 30% de CH

#### 2.2.2.2 Densidad relativa

(ÁLVAREZ, y otros, 1992) La densidad relativa en la madera es el cociente entre la densidad de la misma y la densidad del agua. Numéricamente es igual al cociente entre la masa de la pieza y la masa del agua desplazada por esa misma pieza de madera.

Si bien en física la densidad se basa tanto en el volumen como en la masa, con el mismo CH, en el campo de la investigación suele tomarse los datos de la madera seca al horno y el volumen con un cierto CH.

Matemáticamente la densidad relativa se puede expresar a través de la siguiente formulación matemática según el criterio señalado por la SIAU 1984:

$$DR = \frac{M_0}{V * D_a}$$

DR = Densidad relativa

$M_0$  = Masa deshumedecida con horno, en gr

V = Volumen en un determinado CH

$D_a$  = Densidad agua, normalmente = 1.0 g/cm<sup>3</sup>

Ante el nexo de la formula, se expresa la densidad relativa:

DRA = Densidad Relativa Anhidra       $DRA = \frac{m_0}{V_0 * D_a}$

DRN = Densidad Relativa Normal       $DRN = \frac{m_0}{V_{12\%} * D_a}$

$$DRB = \text{Densidad Relativa B\u00e1sica} \quad DRB = \frac{m_0}{V_f * D_a}$$

Por lo cual el aumento en la humedad esta dado en el rango de (0%<CH<30%), del contenido de agua, y esto conduce a un aumento en el volumen debido al hinchaz\u00f3n de la madera y la humedad relativa disminuye.

Es de saber que, en el punto de saturaci\u00f3n de las fibras, la densidad llega a su valor m\u00ednimo (DRB) y de all\u00ed en adelante permanece constante para contenidos de humedad mucho mayores.

### 2.2.2.3 Relaci\u00f3n entre densidad y densidad relativa

Seg\u00fan (KOLLMANN, 1959) Una relaci\u00f3n entre la densidad y la densidad relativa de la madera puede derivarse de la siguiente f\u00f3rmula matem\u00e1tica:

$$CH = \frac{m - m_0}{m_0} * 100$$

CH = porcentaje de CH

M = Masa inicial, algo de CH

M<sub>0</sub> = Masa seca con horno

Algebraicamente se expresa:

$$M = m_0(1 + 0.01CH)$$

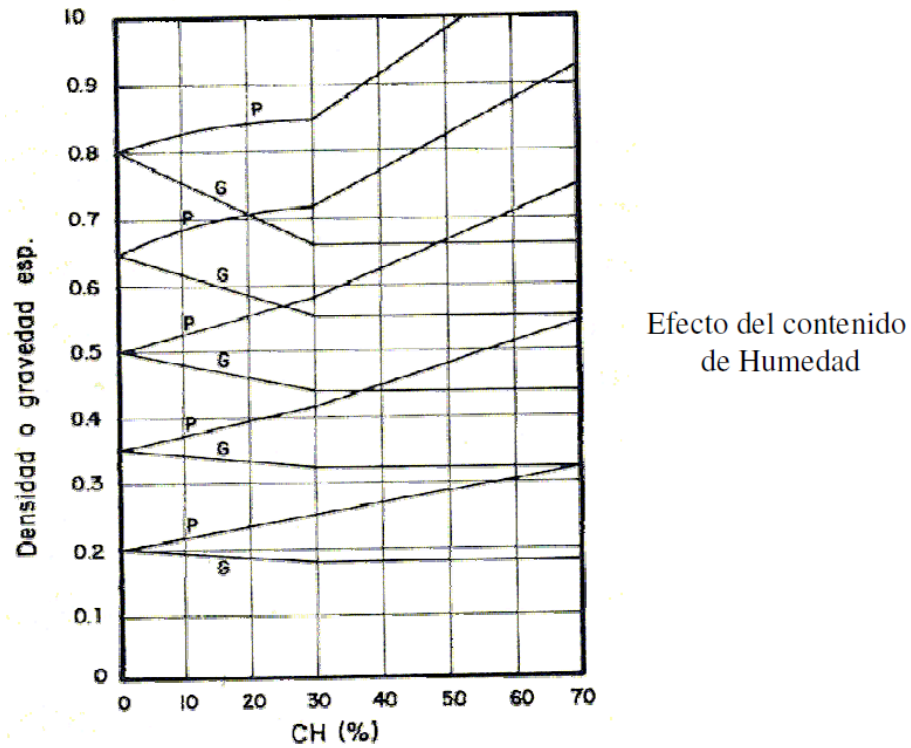
Por lo tanto: 
$$D = \frac{m}{v} = \frac{m_0(1+0.01CH)}{v}$$

Pero: 
$$\frac{m_0}{v} = Dr * Da$$

Entonces: 
$$D = DR(1 + 0.01CH)Da$$

Se concluye que la densidad relativa y densidad son iguales num\u00e9ricamente para madera seca (DA=DRA), medido con g./cm<sup>3</sup>. Por ello

cuando el CH incrementa, la densidad > densidad relativa. Conforme a la tabla siguiente:



**Figura 9.** Efecto del CH

Fuente: Manual de secado de madera, Proyecto PNDU/FAO!

#### 2.2.2.4 Porosidad de la madera anhidra

Según (KOLLMANN, 1959) Cuando la madera es secada al horno o en cámaras de secado, la porción del volumen poroso de la pieza es igual al volumen exterior de la madera menos el volumen de la materia sólida.

Esto se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$V_o = 1 = V_m + V_p \quad (1.9)$$

Donde:

$V_o$  = volumen exterior de la madera en condición seca al horno por unidad

$V_m$  = volumen de materia sólida, expresando como una fracción del volumen exterior

$V_p$  = volumen poroso, expresado también como una fracción del volumen exterior de la madera

Donde el cálculo del volumen poroso de una pieza de madera seca es:

$$V_p = 1 - V_m \quad (1.9^a)$$

$$\text{Pero } V_m = \frac{DA}{DMS} \quad (1.9^b)$$

$$\text{Donde } V_m = \frac{DA}{1.50} = 0.667 DA$$

$$\text{Por lo tanto } V_p = 1 - 0.667 DA$$

$$V_p = (1 - 0.667 DA) * 100\%$$

Pero como la condición es que la madera es seca al horno, (entonces  $DA = DRA$ ), tendremos que:  $V_p = 1 - 0.667 DRA$

#### 2.2.2.5 Máximo contenido posible de agua

Según (SCHREWE, 1983) Cuando una pieza de madera está totalmente sumergida en agua, el valor del CH estará representada por la cantidad de agua giroscópica, fijada en un 30%, más la cantidad de agua libre localizada en los poros.

Matemáticamente el valor del contenido de agua máximo se expresa de la siguiente forma:

$$CH_{max} = 0.30 + \frac{V_p * V_a}{DA}$$

$$CH_{max} = 0.30 + \frac{(1 - \frac{DA}{1.5})D_a}{DA}$$

$$CH_{max} = 0.30 + \frac{1.5 - DA}{1.5DA}$$

$$CH_{max} = \left(0.30 + \frac{1.5 - DA}{1.5DA}\right) * 100 \%$$

Vp = Volumen poroso

Da = Densidad agua = 1.0/cm<sup>3</sup>

DA = Densidad Anhidra

El CH<sub>max</sub> se expresa en relación a la densidad relativa básica (DRB):

$$DA = \frac{m_0}{v_0} = \frac{m_0}{V_f(1 - 0.30DRB)} = \frac{DRB}{1 - 0.30DRB}$$

Por lo tanto:

$$CH_{max} = 0.30 + \frac{1.5 - DA}{1.5DA}$$

$$CH_{max} = 0.30 + \frac{1.5DRB/(1 - 0.30DRB)}{1.5DRB/(1 - 0.30DRB)}$$

$$CH_{max} = \frac{1.5 - DRB}{1.5DRB}$$

$$CH_{max} = \frac{1.5 - DRB}{1.5DRB} * 100 \%$$

#### 2.2.2.6 Bases físicas del secado de madera

Según (ATENCIA, 2006) Tanto en el secado de estufa como en el secado al aire libre, el agua que está contenida en la madera se remueve de la superficie por evaporación. La velocidad de evaporación del agua en la madera es controlada por la temperatura, la humedad del ambiente y la velocidad del aire que pasa a través de la pila de secado. Por eso para entender el proceso de secado de la madera es muy importante familiarizarse con las leyes de la evaporación y las relaciones que tienen

con las variables de control del proceso. El propósito es analizar los procesos termodinámicos y de transferencia de calor necesarios para la realización de un buen proceso de secado, y de allí sacar las relaciones que existen entre los procesos de secado.

### 2.2.3 Humedad del aire

Según (TEJADA M., 2018) Esa humedad del aire no es otra cosa que vapor de agua, gas invisible e inodoro que cuando se enfría puede condensarse: convertirse en gotitas de agua, como sucede en las ventanas de la casa vacía o en la lata de jugo

#### 2.2.3.1 Humedad relativa

Según (TEJADA M., 2018) La HR viene definida por la relación entre vapor de agua en el aire y vapor saturado a igual temperatura, porcentualmente, expresado:

$$HR = \frac{P}{P_0} * 100$$

La HR debe ser el 100% si:

PRESION VAPOR DE AGUA = PRESION VAPOR SATURADO

#### a) Medición de la humedad relativa del aire

- Higómetro: aparato que mide en condiciones por debajo de 80°C. cuando el aire este húmedo se alarga y si el aire esta frio se contrae
- Psicómetro: Utilizado dentro del horno, con el cual determinamos HR.
- Carta psicométrica o diagrama de aire húmedo: determina HR en T° bulbo húmedo, seco.

#### 2.2.3.2 Velocidad del aire

Según (TEJADA M., 2018) el aire controla la evaporación del agua en el secado de madera, la ventila con aire fresco es necesario para que se expulse



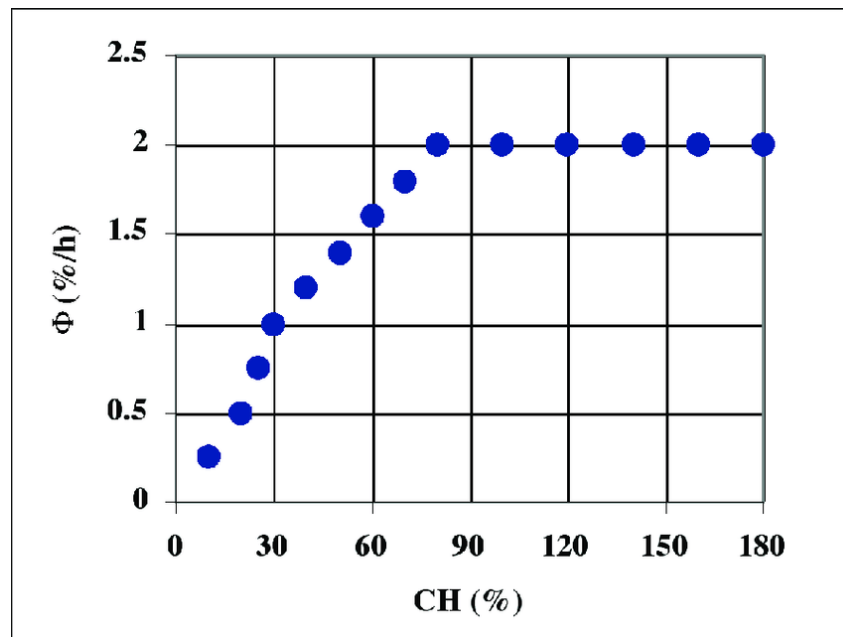
la humedad. La rapidez de aire calienta el agua de la madera, para la evaporación y trasladar la humedad. Cuando la velocidad sea alta, mayor humedad se extrae en menor tiempo y viceversa.

### 2.2.3.3 CH de equilibrio de un cuerpo poroso

Según (TEJADA M., 2018) los cuerpos porosos pierden o absorben humedad al estar en contacto al medio ambiente si no tienen humedad similar.

### 2.2.4 Cinética del secado

Según (CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA, 2008) representa el ambiente y el curso de secado de la madera. Tiene 3 fases: primero incia el secado constante a 2% /hora en dependncia de la T° V HR, segunda el secado es a velocidad, se evapora menor cantidad de agua, tercero el secado viene dado por el movimiento difusional.



**Figura 10.** Curva teórica de velocidad de secado en la madera.

Fuente: Guía de secado de madera

## 2.2.5 Secado de la madera

Según (CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICO DE LA MADERA, 2009) la humedad de los materiales, se elimina por la metodología de centrifugación, filtración y sedimentación, pero el método secado térmico es la mejor.

### 2.2.5.1 Factores que intervienen en el proceso de secado

#### a) Temperatura del aire

Indicativo de calentamiento o enfriamiento del aire.

#### b) Humedad relativa del aire

Es la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el **aire** (**humedad** absoluta) y la máxima cantidad que el **aire** sería capaz de contener a esa temperatura (**humedad** absoluta de saturación).

#### c) Velocidad del aire

La transferencia de calor, así mismo transportar la humedad saliente.

### 2.2.5.2 Clasificación de la operación de secado

Según (CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICO DE LA MADERA, 2009) De modo general se pueden clasificar las operaciones de secado en continuas y discontinuas. En las operaciones continuas pasan continuamente a través del equipo tanto la sustancia a secar como el gas.

La operación discontinua en la práctica se refiere generalmente a un proceso semicontinuo, en el que se expone una cierta cantidad de sustancia a secar a una corriente de gas que fluye continuamente en la que se evapora la humedad.

Los equipos utilizados para secar se pueden clasificar también de acuerdo a cualquiera de estas categorías:

Métodos de operación: Continuos o Discontinuos. Métodos de propiciar el calor necesario para la evaporación de la humedad: En secaderos directos e indirectos.

Naturaleza de la sustancia a secar: Puede ser la sustancia un sólido rígido como la madera, un material flexible como el papel o la tela, un sólido granular tal como la masa de cristales, una pasta espesa o delgada o una solución.”

### 2.2.5.3 Etapas del secado de madera

Según (CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA, 2008) Buscar la reducción de CH, hasta lo deseado.

#### **a) Precalentamiento**

La T° se incrementa lentamente al índice que se desea, lento y uniforme.

#### **b) Calentamiento**

Calentamiento profundo de la madera.

#### **c) Secado**

Por aumento de la T° se debe secar lo más rápido posible.

- Secado antes del punto de saturación de las fibras

En esta fase, es donde se produce la extracción del agua libre de la madera, teniendo mucho cuidado con la humedad relativa del aire y de no utilizar temperaturas muy elevadas.

- Secado después del punto de saturación de las fibras

Una vez alcanzado el PSF (Punto de Saturación de Fibras), la madera es más rígida a la entrega de agua retenida y hace que la etapa de secado disminuya su velocidad, para que esto no suceda es que se incrementa el cociente de secado y las temperaturas, mientras que la humedad relativa del aire se disminuye.

#### **d) Enfriamiento**

Es la última etapa del proceso, se debe evitar la abertura de la cámara con altas temperaturas para que así no se produzca un choque térmico en la carga, lo cual podría generar superficies, se debe mantener la humedad de equilibrio utilizada en la etapa de acondicionamiento y bajar la temperatura gradualmente.

#### 2.2.5.4 Apilado y cargado del horno

Según (CIURLO, 2006) La construcción de la pila del horno es de vital importancia, aun si todos los demás factores son perfectos, su falla representara, con seguridad, la degradación del material en forma de combaduras, revirado o torceduras, rajaduras en extremos y desigual CH en las piezas. La pila debe estar bien alineada vertical y horizontalmente. El tamaño de la carga dependerá de la capacidad y tipo de horno a ser empleado.

#### 2.2.6 Automatización industrial

Según (ACUÑA, 2016) La automatización de los procesos industriales es un área que está en pleno desarrollo y que representa el objetivo principal de los sectores industriales ya que permite la integración de tecnologías, tanto en software como en hardware, logrando mejorar la productividad de las empresas y reducir los costos de fabricación, mejorando también la calidad de sus productos, flexibilidad al cambio y la seguridad laboral.

Uso de técnicas y elementos computarizados, que involucran la aplicación e integración de los diferentes sistemas, permitiendo controlar un proceso de forma automática, mejorando así, la productividad, confiabilidad y calidad de dicho proceso.

Los elementos de entrada de órdenes son los que permiten ingresar al operador los datos y “órdenes” al sistema de control, los cuales pueden ser binarios, numéricos o alfa numéricos. Dichos datos pueden ser integrados a

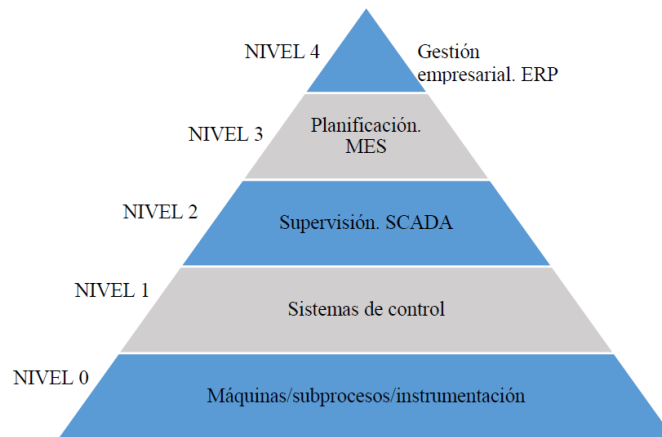
través de pulsantes, selectores, botones, o lo más fácil rápido y elegante es usando los paneles HMI, que evitan tanto cableado.

#### 2.2.6.1 La pirámide de la automatización

Según (PIEDRAHITA, 2004) La pirámide de la automatización es una estructura jerarquizada de 5 niveles, donde en la parte más alta se toma decisiones de política empresarial y en el otro extremo, en la base, se encuentra toda la parte de la maquinaria, sensores, y captadores de señal de los procesos.

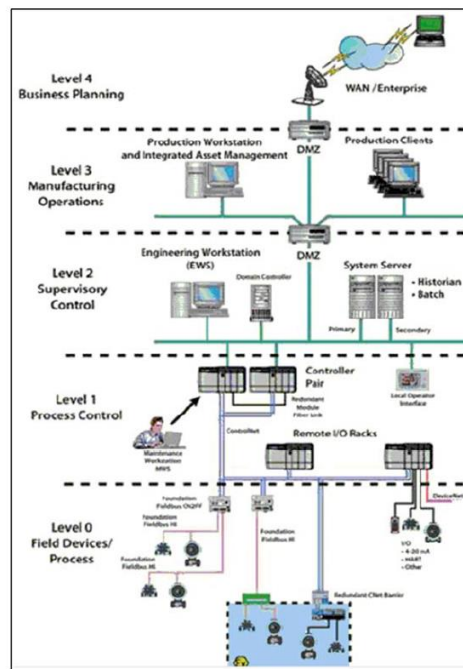
- a) Nivel 0: este nivel es la base de la pirámide de la automatización aquí se encuentran los subprocesos, maquinas en general con los que se realizan el proceso de producción.
- b) Nivel 1: también llamado nivel de control, como PLC, PAC, computadoras industriales, controladores encargados de la regulación y seguridad necesarios para la operación del proceso.
- c) Nivel 2: aquí se realiza la supervisión y la adquisición de datos ya sea mediante medios humanos o informáticos. En este nivel se encuentran los autómatas de supervisión, PCs y equipos de visualización.
- d) Nivel 3: este es el nivel de planificación donde se encuentran los sistemas de ejecución de la producción (MES) en este nivel se realizan las siguientes tareas: programación de la producción, gestión de materiales, gestión de compras, análisis de costes de fabricación, control de inventarios, gestión de recursos de fabricación, gestión de calidad, gestión de mantenimiento.
- e) Nivel 4: es el nivel de la cúspide de la pirámide y se encarga de la gestión y la componen los sistemas de gestión integral de la empresa (ERP). En este nivel se realizan las siguientes tareas: gestión comercial y el marketing, planificación estratégica, planificación financiera y administrativa, gestión de recursos humanos, ingeniería del producto,

ingeniería de proceso, gestión de tecnología, gestión de los sistemas de información, investigación y desarrollo.



**Figura 11.** Modelo piramidal de la automatización

Fuente: Basado en (García Moreno, 1999) y (Cerrada Lozada, 2014)



**Figura 12.** Distribución de la tecnología y comunicaciones de los diferentes niveles de automatización

Fuente: (Barreto, 2012)

### 2.2.6.2 El Controlador Lógico Programable PLC

Según (HOYOS, 1995) el Controlador Lógico Programable o PLC, por sus siglas en inglés de “Programmable Logic Controllers”, o también llamado autómatas programables, sin lugar a duda, es el componente eléctrico más usado dentro de los ambientes industriales para realizar las automatizaciones.

Los PLCs se encuentran cada vez innovándose e incorporando nuevas tecnologías, como procesadores más rápidos, protocolos de comunicación nuevos, entre otros, con la finalidad de tener mayores prestaciones para controlar los procesos industriales que son cada vez más complejos, de una manera más fiable, rápida y precisa. Así se pueden encontrar:

- Los Micro PLCs de hasta 100 E/S (Entrada/Salida)
- Pequeños PLCs de entre 100 a 2000 E/S.
- PLCs medianos de hasta 1000 E/S.
- PLCs grandes con más de 1000 E/S.

Los PLCs manejan el concepto de modularidad, es decir, que se permite ir adaptando módulos de entradas y salidas, tanto analógicos como digitales y también módulos especiales, como de comunicación, que permiten irse adaptando a las necesidades que tengan al momento de automatizar. También se tiene la posibilidad de crear una inteligencia distribuida. Esto gracias a las comunicaciones entre los PLCs mediante las redes industriales.

Un controlador lógico programable se compone principalmente de los siguientes bloques:

- La unidad central de proceso o de control, que es el CPU.
- Memorias internas.
- Memoria de programa.
- Interfaces de entrada y salida.
- Fuente de alimentación.

### 2.2.6.3 Sensores y actuadores

Según (ACUÑA, 2016) Dentro de muchos procesos industriales resulta indispensable la realimentación del proceso, y para eso es necesario usar elementos que permitan medir y/o captar las señales que ocurren en el proceso industrial.

- a) Sensores: los sensores son componentes que están situados directamente en el proceso o maquina al controlar y a través de estos el PLC puede saber el estado de los mismos, como posición, temperatura, presión, entre otros.

En algunos casos es necesario también el uso de los transductores, que permiten convertir la variable física leída en una señal de voltaje o corriente. Un actuador cuenta con una parte que capta la señal, otra parte que permite tratar la señal a través de circuitos electrónicos, y finalmente cuenta con una etapa de salida, que amplifica y adapta la señal para su uso en el controlador, la señal obtenida puede ser voltaje, corriente o frecuencia.

- b) Actuadores: los actuadores permiten controlar el proceso o la máquina, estos pueden ser eléctricos, neumáticos, hidráulico, térmicos. Cada uno de estas tecnologías tiene dos tipos de accionamiento, que puede ser todo o nada, o analógico.

En un nivel intermedio entre el PLC o controlador y los actuadores o accionadores están los pre – accionadores, que permiten señale para que funcione los accionadores que generalmente consumen una potencia relativamente grande.

## 2.3 Definición de términos

- **Calidad de producto:**

Se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Un producto o



servicio de calidad es el que satisface las necesidades del cliente, por esto, para desarrollar y lanzar un producto de calidad es necesario: Conocer las necesidades del cliente. Diseñar un producto o servicio que cubra esas necesidades. Realizar el producto o servicio de acuerdo al diseño.

- **Productividad:**

Es la capacidad de generar mayor cantidad de productos en el menor tiempo posible, haciendo un uso óptimo de todos los recursos que la empresa posee. Prevalciendo la fuerte relación que existe entre la eficiencia y la efectividad dentro de todos los ámbitos de una organización.

- **Velocidad:**

La velocidad es la magnitud física que expresa la relación entre el espacio recorrido por un objeto, el tiempo empleado para ello y su dirección.

- **Tiempo:**

El tiempo es un periodo determinado, dentro del cual se realiza una acción o un acontecimiento específico. Dentro de toda empresa el tiempo es uno de los recursos más valiosos que ésta posee, debido a que si es bien gestionado permitirá a los trabajadores y a la misma empresa lograr los objetivos pactados

- **Temperatura:**

La temperatura es una magnitud referida a la noción de calor medible mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica.

- **Humedad:**

La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Siempre hay vapor de agua en el aire ya la cantidad varía según diversos factores.

## 2.4 Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis general

El diseño automatizado influye de manera significativa en el proceso de secado de la madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL.

### 2.4.2 Hipótesis específica(s)

- a) El diseño automatizado de horno influye significativamente en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur.
- b) El diseño automatizado de horno incide de forma significativa en la temperatura para el secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL
- c) El diseño automatizado de horno contribuye de manera efectiva en la reducción de la humedad en la madera de la Empresa Inversiones Valle Sur SRL

## 2.5 Variables

### 2.5.1 Definición conceptual de la variable

#### a) Variable Independiente: Diseño automatizado

(Pablo A. Daneri, 2008). “La Automatización es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de la automatización son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión. Disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales”

#### b) Variable dependiente: Proceso de Secado

(Alberto D. Calderón, 2016). “La práctica y técnica desarrollada para eliminar el agua de la madera, sin que esta se perjudique, hasta un punto

tal, en que la misma se encuentre en equilibrio higroscópico con el medio ambiente en el cual será utilizado”.

## **2.5.2 Definición operacional de la variable**

### **a) Variable Independiente: Diseño automatizado**

Realización o control, en todo o en parte, de las operaciones de un proceso por medio de un ordenador electrónico

### **b) Variable dependiente: Proceso de Secado**

El proceso de secado consiste en la remoción de humedad de una sustancia involucrando los fenómenos de transferencia de calor y masa, en forma simultánea.

### 2.5.3 Operacionalización de la variable

**Tabla 4.** Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicador	Descripción	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Formula
Dependiente (Diseño automatizado)	Control de tiempo	Tiempo empleado para secado de madera	Determinar el tiempo necesario para el secado de la madera.	Fichaje	Ficha de observación, cronometro	Horas	$t_2 = t_1 \left( \frac{S_2}{S_1} \right)^n$ <p>S<sub>1</sub>= Espesor menor S<sub>2</sub>= Espesor mayor t<sub>1</sub>= Tiempo de secado en horas para espesor S<sub>1</sub> t<sub>2</sub>= Tiempo de secado en horas para espesor S<sub>2</sub></p>
	Control de temperatura	Temperatura necesaria para secado de madera	Determinar la temperatura necesaria para el secado de la madera	Fichaje	Ficha de observación	°C	$T = \frac{P \left( \frac{18g}{mol} \right) (273^\circ K)}{(76cmHg) \left( \frac{0.0224m^3}{mol} \right) HA}$ <p>Simplificando tenemos:  <math display="block">HA = \frac{2.887P}{T}</math>                     Donde:                      HA = Humedad absoluta en g/m<sup>3</sup>                      P = Presión de vapor en cm de Hg                      T = Temperatura del aire en gramos Kelvin = °C + 273</p>
	Control del CH	CH de la madera	Determinar el porcentaje de CH	Fichaje	Ficha de observación, higrómetro	%CH	

			reducido de la madera				$CH = + \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100\%$ <p>Donde:          CH = humedad de la madera, paso anhidro.          Ph = peso húmedo, o inicial.          Ps = peso anhidro o final</p>
Independiente (Proceso de secado)	de Modelación	Pruebas funcionales	Es realizada mediante un modelador o simulador cuyo propósito es verificar que se cumpla con el nivel de optimización de los parámetros.	Fichaje	Reporte de modelación		

FUENTE: elaboración propio

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Metodología de la Investigación**

La metodología de la investigación a aplicar será la científica, de modo que este método abarque un conjunto de etapas y reglas a seguir con la finalidad de obtener una investigación con resultados aceptables y viables para la comunidad científica. Del mismo modo, este método consiste en formular cuestionamientos sobre la realidad o contexto, en base a la observación de la misma, con el fin de otorgar soluciones anticipadamente a los problemas y constatar o verificar con la realidad, mediante la observación de los hechos que ofrezca, la clasificación y su análisis de los mismos.

#### **3.2 Tipo de investigación**

La presente investigación es aplicada, de manera que busca conocer, interpretar y modificar una determinada realidad problemática: diseño y automatización de horno para secado de madera objeto de unidad de análisis. Sumado, que la

presente tesis está enfocada en el diseño y automatización para la resolución de una determinada problemática, antes que el desarrollo del conocimiento de valor teórico.

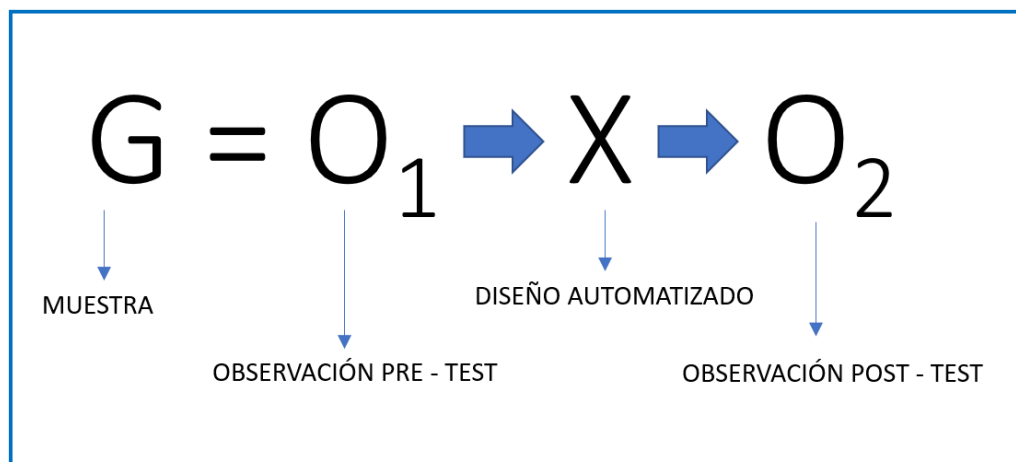
Por otro lado, el enfoque del estudio de investigación es de tipo cuantitativo, dado que se utilizará los datos e información recolectada del horno de secado de madera de la empresa Inversiones Valle Sur S.R.L. con la finalidad de establecer patrones del comportamiento de estas.

### 3.3 Nivel de investigación

Es de tipo explicativo, es explicativo debido a que se busca explicar de manera objetiva la relación existente entre las variables dependiente e independiente. Es decir, busca estudiar las características, cualidades, propiedades, entre otros del problema de investigación para poder conocer sus detalles y hallar la solución más óptima para satisfacer los objetivos.

### 3.4 Diseño de la investigación

Es tomado como diseño de investigación la pre - experimental, tomando como método de sucesión el pre test y post test, donde:



**Figura 13.** Entrada de datos

FUENTE: elaboración propio

Según el autor (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2014). Diseño Pre experimental consiste en la pre prueba – post prueba con un solo grupo: es aplicada la prueba

previa a un grupo a la reacción del tratamiento o estímulo experimental, posteriormente administrar el tratamiento y se termina con aplicar nuevamente una prueba al estímulo conocida como post – prueba. En este diseño se genera un punto de relación inicial para ver qué nivel tenía el grupo en las variables dependientes antes del estímulo

### **3.5 Población y muestra**

#### **Población**

La población está compuesta por el almacén de madera de la empresa Inversiones valle Sur S.R.L. de tipos roble, eucalipto, tornillo, cedro etc.

#### **Muestra**

Conformados por elementos de una población, la muestra será de tipo de madera tornillo, por conveniencia se tomará 03 meses.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de investigación serán necesarias para la recopilación de los datos necesarios y determinar la problemática de la Empresa, del mismo modo ayudara a obtener una idea del resultado que se espera alcanzar de acuerdo al problema ya descrito.

- a) **Observación:** “Esta técnica consiste en visualizar el fenómeno y el contexto en estudio. El investigador debe aplicar no solo la vista, sino también el tacto y escucha; mediante este procedimiento practico que permite descubrir, evaluar y contrastar realidades en campo de forma directa; se obtiene información de primera mano.
- b) **Ficha de registro:** se registrarán los datos del proceso de la información de productos por fases.

### **3.7 Procesamiento de la información**

Las técnicas de procesamiento se basarán en pruebas estadísticas paramétricas basadas en la prueba de estudio bajo el uso del software estadístico SPSS 25.0



ya que es una herramienta de cálculo estadístico muy utilizado en el área de ciencias sociales y aplicadas.

### **3.8 Técnicas y análisis de datos**

Teniendo como objetivo prioritario decretar medidas estadísticas, así la medida de dispersión y tendencia central.

Este trabajo de investigación se indaga compara resultados dados en el Pre - test, que vienen a ser respuestas del secado de madera sin aplicar el diseño de horno automatizado; con los del Post-Test que son los resultados obtenidos posterior a la implementación del diseño automatizado de horno para secado de madera. Se aplicó la estadística descriptiva como media, desviación estándar, del mismo modo se aplicó la estadística inferencial como la de Shapiro-Wilk y la prueba de Wilcoxon. La razón por las cuales se utilizaron estas pruebas estadísticas son las siguientes:

Shapiro – Wilk: Se utilizó esta prueba estadística para evaluar si la muestra bajo estudio tiene un comportamiento basado en una distribución normal bajo la consideración que la cantidad de muestra bajo estudio no excede a 50.

Wilcoxon: Es una prueba no paramétrica que se ha utilizado para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar la existencia de diferencias entre ellas.

#### **- Análisis descriptivo**

Utilizada la estadística descriptiva, analiza datos porcentuales, cuadros, diagramas, etc. Para ver cómo el diseño y automatización de horno mejora el secado de madera roble. Los resultados se expresarán en datos de una situación antes y una situación después del diseño.

#### **- Análisis inferencial**

Utilizar el estudio inferencial se analiza la Hipótesis general y específica planteadas en la investigación. Utilizada la formula estadística se trabaja

datos registrados, del pre y post del diseño y automatización del horno, para luego ponerlo a prueba y lograr la viabilidad.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis descriptivo**

La presente tesis se diseñó el horno automatizado para secado de madera, considerando la implementación de PLC, para el cálculo y registro de los parámetros de tiempo de secado, temperatura y cantidad de humedad de la madera de madera, por ello se aplicó un Pre – Test para ver el suceso inicial de cada uno de los indicadores; seguidamente con el diseño automatizado de horno y modelamiento se aplicó un post – test realizando una nueva evaluación a los indicadores.

##### **a) Tiempo empleado para secado de madera**

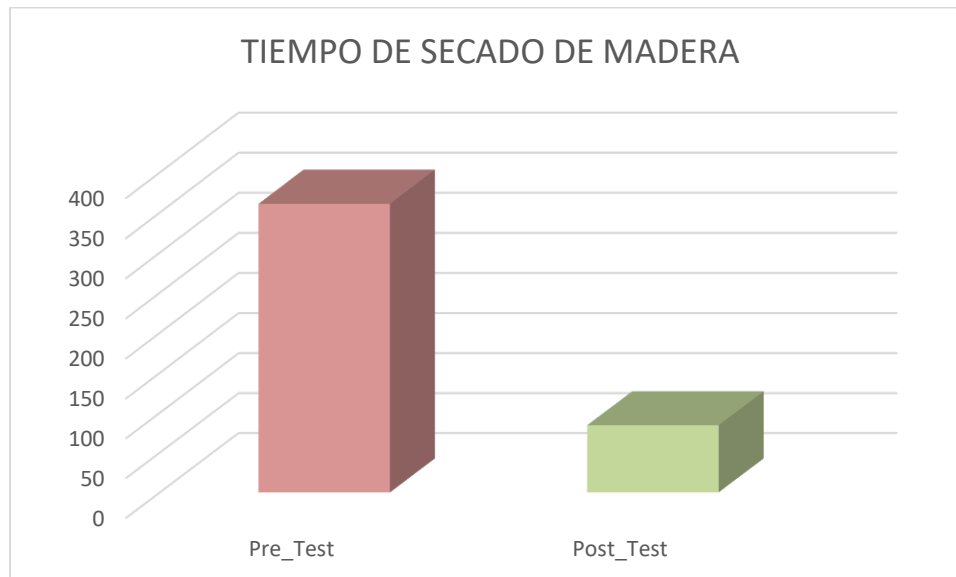
Se ingresan los datos en sistema de análisis SPSS para la obtención de la respuesta estadística descriptiva.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Pre_Test	30	312,00	384,00	360,8000	21,35803
Post_Test	30	84,00	85,40	84,2750	,24627
N válido (según lista)	30				

**Figura 14.** Tiempo de secado de madera tornillo (Datos estadísticos).

FUENTE: elaboración propio

Para el cálculo del tiempo de secado de madera en el pre test se ha estimado 30 registros bajo una muestra dirigida, se observó el promedio de tiempo mínimo y máximo siendo 312 – 384 horas respectivamente y se obtuvo 360.8 horas en promedio para el secado de madera. En la evaluación post test con una estimación de 30 observaciones, con el sistema implementado, se ha obtenido un valor de 84.28 horas.



**Figura 15.** Tiempo empleado para secado de madera

FUENTE: elaboración propio

Esta figura 14 presenta la variación del tiempo del proceso de secado de madera en los dos casos antes y después de implementar el diseño automatizado de horno.

**b) Temperatura necesaria para secado de madera**

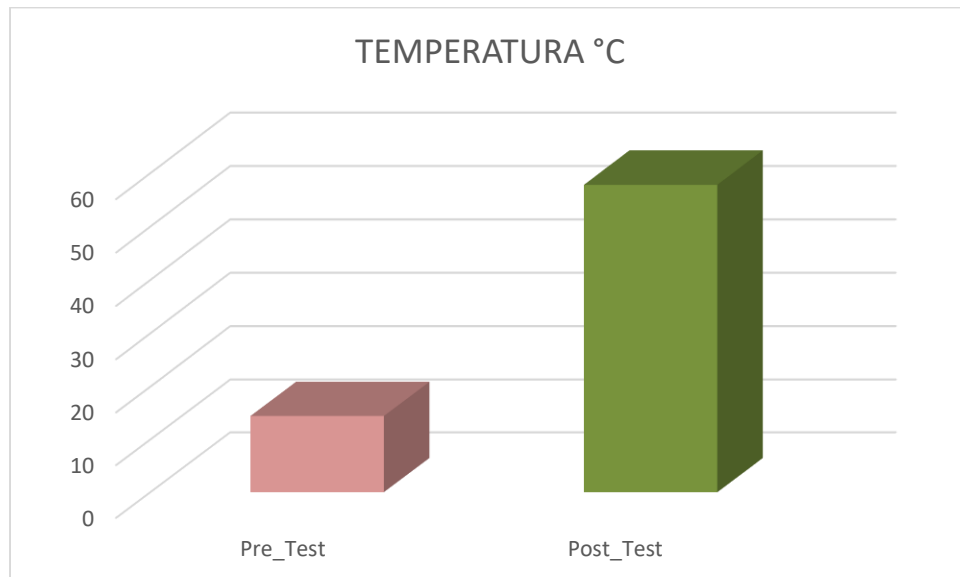
al ingresar los datos en la aplicación SPSS se obtienen la respuesta estadística descriptiva.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Pre_Test	18	13,00	15,00	14,4444	,61570
Post_Test	18	23,25	65,92	57,8100	12,79248
N válido (según lista)	18				

**Figura 16.** Temperatura para el secado de madera

FUENTE: elaboración propio

Para el cálculo de la Temperatura para secado de madera en el Pre test se ha estimado 18 observaciones y se ha obtenido un valor de 14.44 °C en promedio para secar la madera de manera natural. En la evaluación post test con una estimación de 18 observaciones, con el sistema implementado, se ha obtenido un valor de 57,81 °C.



**Figura 17.** Temperatura para secado de madera

FUENTE: elaboración propio

Esta figura 16 se muestra la variación de la Temperatura en los diferentes casos del indicador de la temperatura necesaria para el secado antes y después de implementar el diseño automatizado de horno.

**c) CH de la madera**

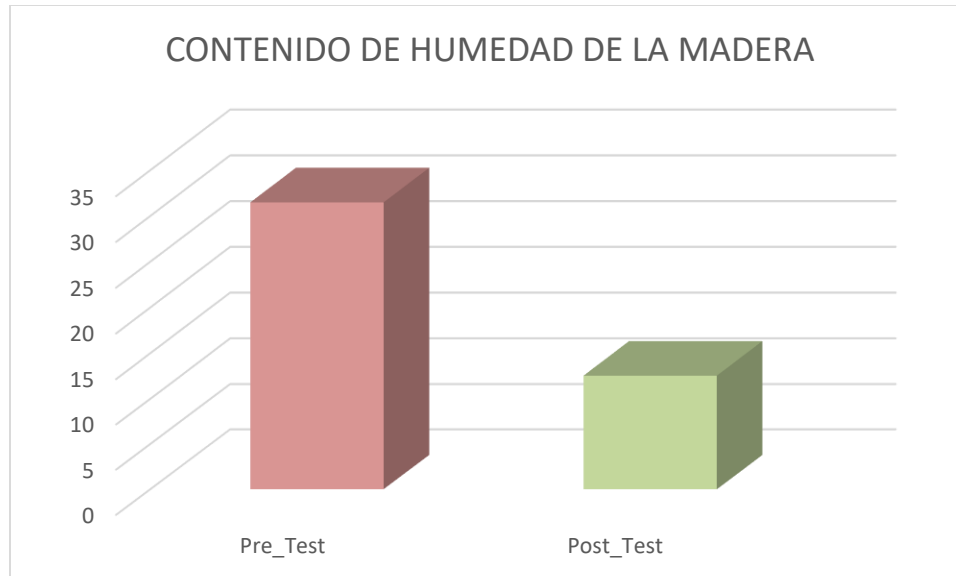
Al ingresar los datos en la aplicación SPSS se obtiene los resultados estadísticos descriptivos.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Pre Test	30	30,25	31,76	31,4860	,49966
Post Test	30	12,41	12,75	12,5407	,09951
N válido (según lista)	30				

**Figura 18.** Cantidad de humedad - madera (Datos estadísticos).

FUENTE: elaboración propio

Para calcular la CH de la madera en el pre test se ha estimado 30 observaciones y se ha obtenido un valor de 31,486 humedad de la madera. En la evaluación post test con una estimación de 30 observaciones, con el diseño automatizado de horno modelado, se ha obtenido un valor de 12.54 de CH de la madera.



**Figura 19.** Cantidad de humedad de la madera (pre y post test)

Fuente: Elaboración propia

Esta figura, se presenta la variación de cantidad de humedad de la madera de la madera contenido después del secado en los dos casos antes y después de implementar el diseño automatizado de horno.

## 4.2 Análisis inferencial

### 4.2.1 Prueba de Normalidad.

Se hizo pruebas de normalidad para todos y cada uno de los indicadores con el método según tamaño de muestra.

#### Tiempo empleado para secado de madera

Teniendo en cuenta la muestra es la cantidad de 30 registros, se consideró las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk.

#### Temperatura necesaria para secado de madera

Teniendo en cuenta los 18 registros tomados, se ha tomado en cuenta la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

#### CH de la madera

Contando los 30 registros, se ha tomado en consideración la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk motivo de que los datos superan los 50 registros.

Se utilizo el SPSS teniendo en cuenta el nivel de confiabilidad del 95%.

**Tabla 5.** Nivel de confiabilidad

<b>Sig</b>	<b>Distribución</b>
Si sig<0.05	Adopta una distribución no normal
Si sig≥0.05	Adopta una distribución normal.
<b>Donde sig=nivel crítico del contraste.</b>	

FUENTE: elaboración propio

#### 4.2.2 Resultado obtenido

- **Prueba de normalidad del indicador Tiempo empleado para secado de madera:**

Se ha comprobado que la prueba de normalidad del indicador tiempo empleado, se ha utilizado la prueba de Shapiro-Wilk, tuvo como resultado los siguientes datos.

**Pruebas de normalidad**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test	,840	30	,000
Post_Test	,662	30	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

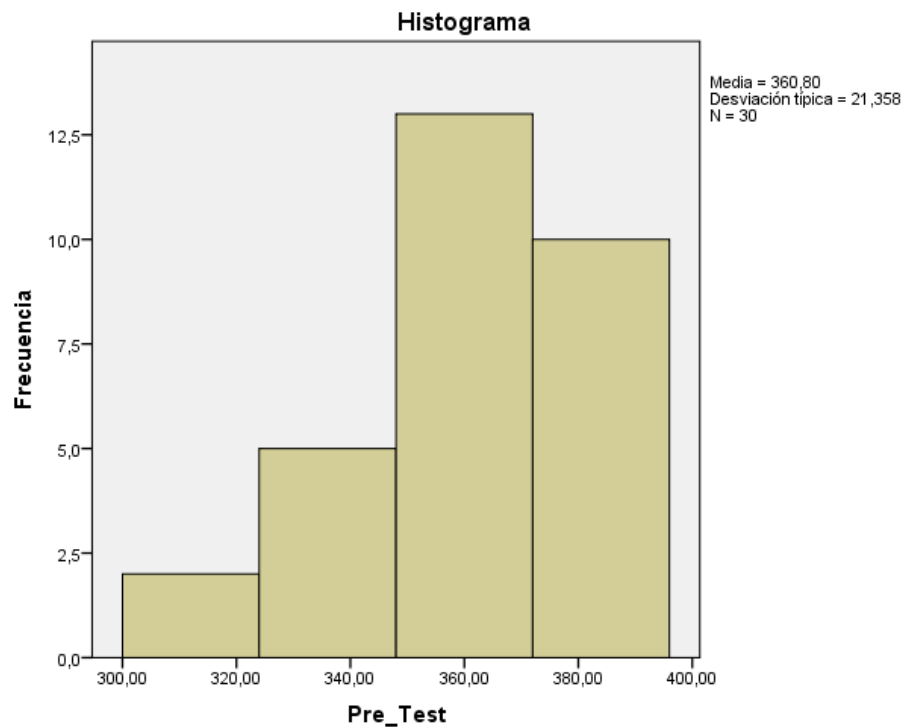
**Figura 20.** Prueba de normalidad - indicador tiempo empleado para secado de madera

FUENTE: elaboración propio



En la figura, se observa resultados del indicador tiempo empleado para secado de madera, en el pre test se obtiene un resultado de 0,000 y en el post test se obtuvo el valor de 0,000 tomando en cuenta que los datos son menores a 0.05; se concluye en que los datos provienen de una distribución no normal.

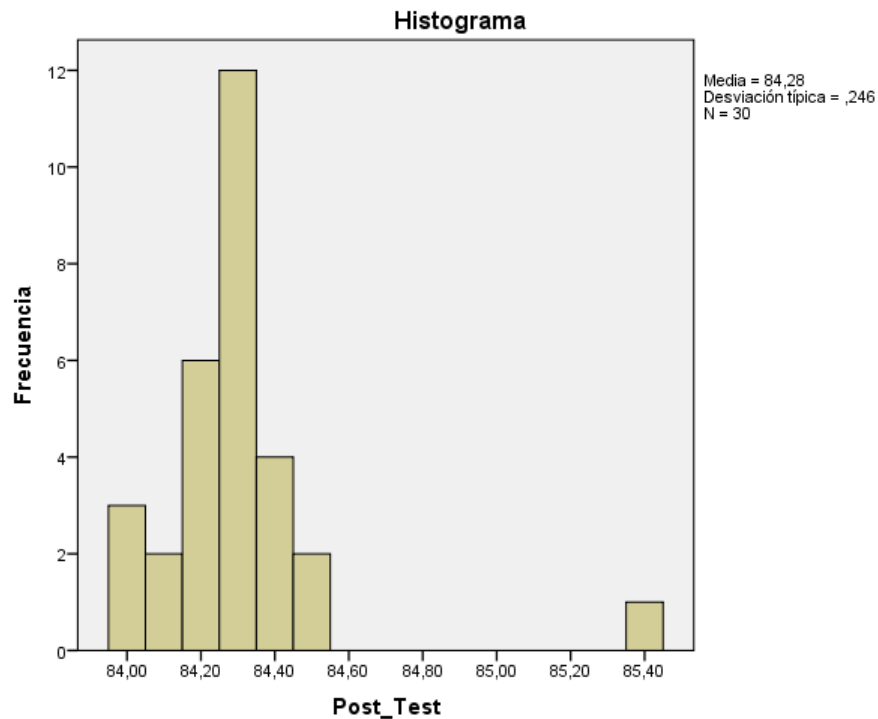
### Prueba de normalidad tiempo empleado para secado de madera (Pre-Test)



**Figura 21.** Prueba de normalidad tiempo empleado para secado de madera (Pre-test).

Fuente: Elaboración propia.

**Prueba de normalidad tiempo empleado para secado de madera (Post-Test)**



**Figura 22.** Prueba de normalidad tiempo empleado para secado de madera (Post-Test)

FUENTE: elaboración propio.

**Temperatura necesaria para secado de madera**

Se comprobó la prueba de normalidad del indicador temperatura necesaria para secado de madera se utilizó la prueba de Shapiro-Wilkse, se tuvo como resultado los siguientes datos.

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test	,743	18	,000
Post_Test	,679	18	,000

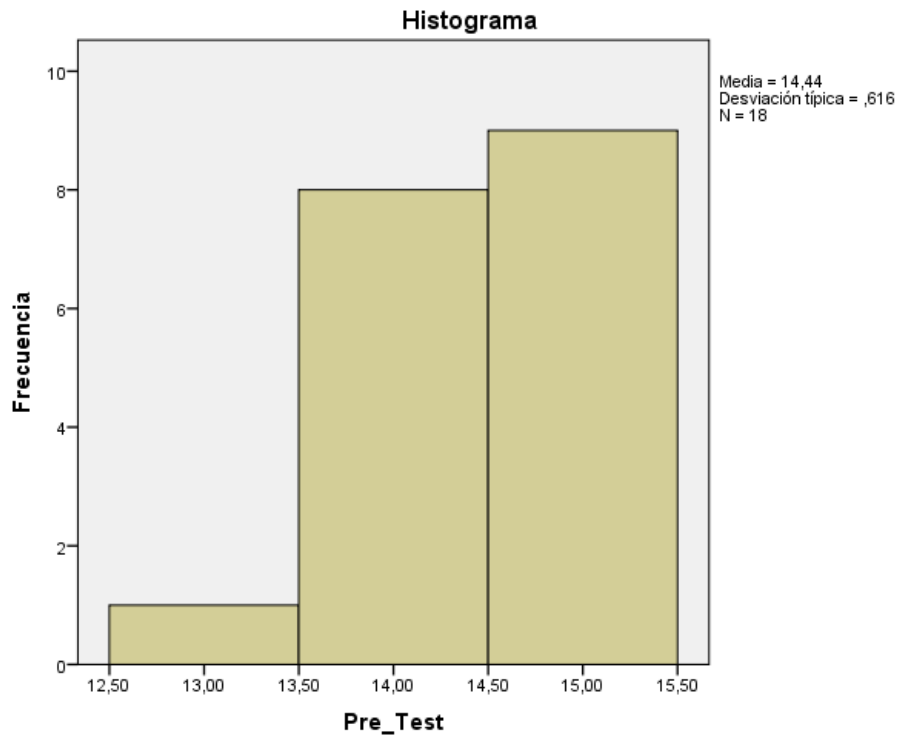
a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Figura 23.** Prueba de normalidad de indicador temperatura necesaria para secado de madera

FUENTE: elaboración propio

En la figura, muestra los resultados obtenidos en el pre test se obtuvo un resultado de 0.000 y en el post test se obtuvo el valor de 0.000; se concluye en que los datos provienen de una distribución no normal.

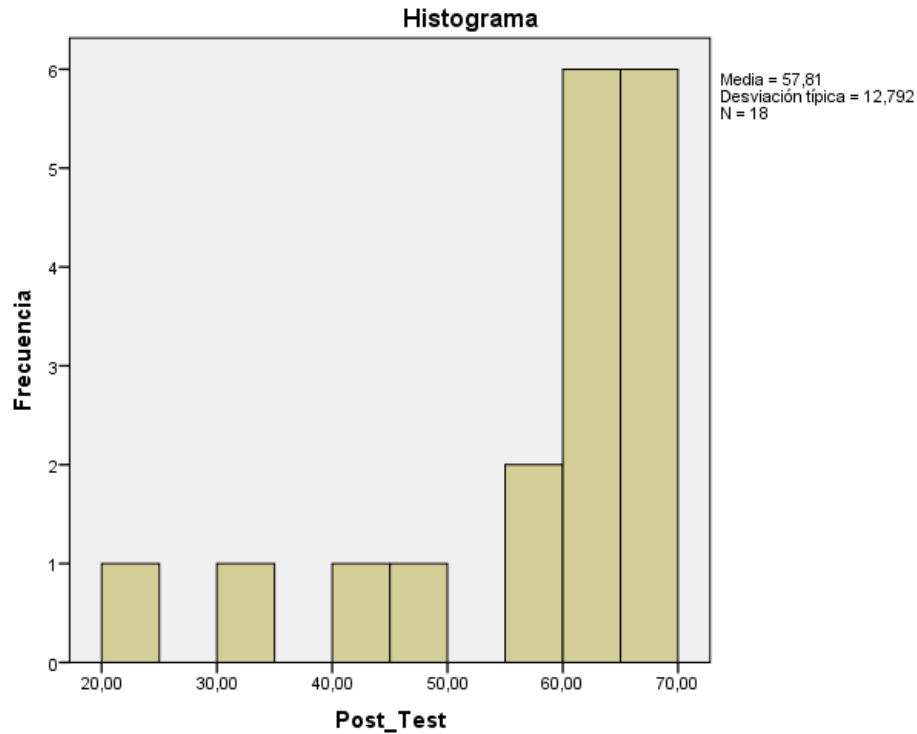
**Prueba de normalidad temperatura necesaria para secado de madera (Pre-Test).**



**Figura 24.** Prueba de normalidad temperatura necesaria para secado de madera (Pre\_Test).

FUENTE: elaboración propio.

**Prueba de normalidad temperatura necesaria para secado de madera (Post-Test)**



**Figura 25.** Prueba de normalidad temperatura necesaria para secado de madera (Post-Test)

FUENTE: elaboración propio.

**CH de la madera**

Se comprobó la prueba de normalidad del indicador cantidad de humedad de la madera se usó la prueba de Shapiro-Wilk y se consiguió el siguiente.

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test	,544	30	,000
Post_Test	,906	30	,012

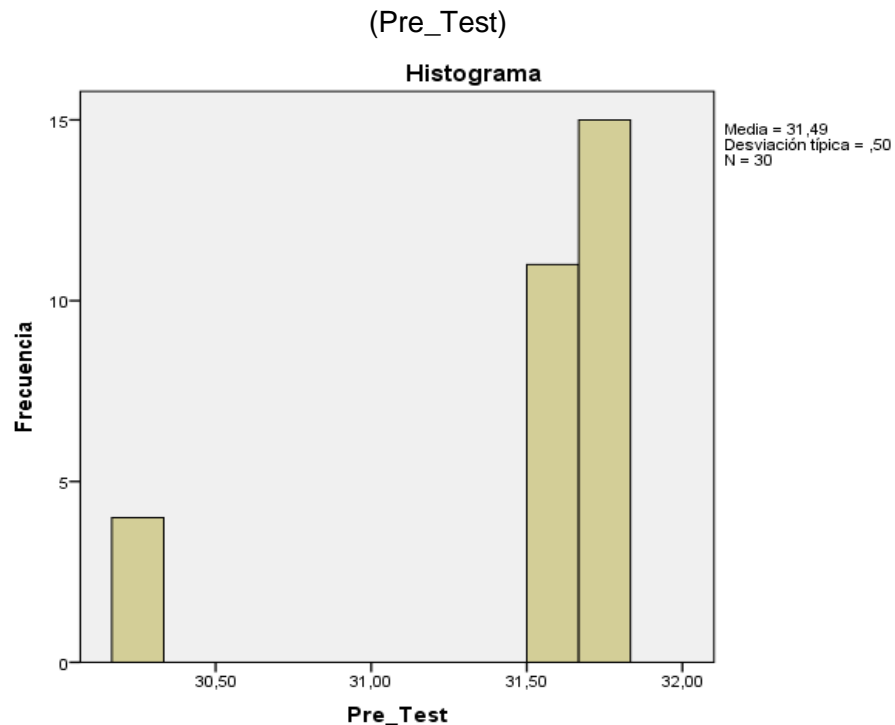
a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Figura 26.** Prueba de normalidad del indicador CH de la madera.

FUENTE: elaboración propio

En la figura muestra los resultados obtenidos en el indicador contenido de humedad de la madera en el pre test se obtuvo un resultado de 0.000 y en el post test se obtuvo el valor de 0.012 tomando en cuenta que los datos son menores 0.05; se concluye que los datos provienen de una distribución no normal.

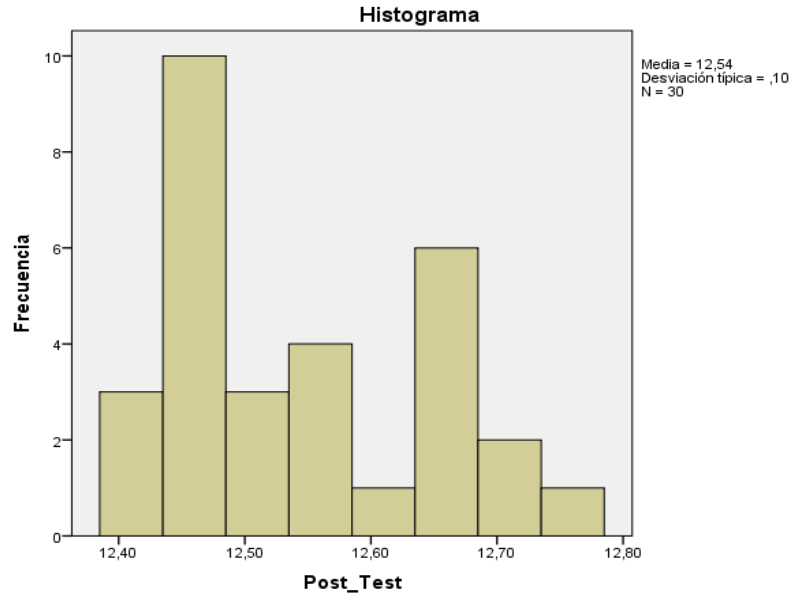
### Prueba de normalidad CH de la madera (Pre-test)



**Figura 27.** Prueba de normalidad CH de la madera.

FUENTE: elaboración propio

## Prueba de normalidad CH de la madera (Post\_Test)



**Figura 28.** Prueba de normalidad CH de la madera (Post\_Test)

FUENTE: elaboración propio

### 4.3 Prueba de hipótesis

#### 4.3.1 Hipótesis de investigación

En este trabajo de investigador se utilizó la prueba de hipótesis de Wilcoxon para los indicadores no normales: Tiempo empleado para secado de madera, temperatura necesaria para secado de madera, Contenido de humedad de la madera. Según la evaluación respectiva se llegó a la conclusión que se acepta las hipótesis alternas.

#### **Prueba de hipótesis de investigación 1:**

**H1:** El diseño automatizado de horno influye significativamente en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur.

Indicador: Tiempo empleado para secado de madera.

## **Hipótesis estadísticas**

### **Definición de variables:**

**TESMa:** El diseño automatizado de horno influye significativamente en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur.

**TESMd:** El diseño automatizado de horno influye significativamente en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur.

**H0:** El diseño automatizado de horno no influye significativamente en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur.

$$\mathbf{H0=TESMa \geq TESMd}$$

El indicador sin el diseño automatizado de horno es menor que el indicador con el horno diseñado y automatizado.

**HA:** El diseño automatizado de horno reduce el tiempo de secado de madera.

$$\mathbf{H0=TESMa < TESMd}$$

Si obtenida la probabilidad del indicador sin el diseño automatizado de horno es menor que el indicador con el horno diseñado y automatizado se acepta la hipótesis alterna.

### **Prueba de rangos con signo de Wilcoxon**

Rangos			
	N	Rango promedio	Suma de rangos
Post_Test – Pre_Test			
Rangos negativos	30 <sup>a</sup>	15,50	465,00
Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
Empates	0 <sup>c</sup>		
Total	30		

a. Post\_Test < Pre\_Test

b. Post\_Test > Pre\_Test

c. Post\_Test = Pre\_Test

**Figura 29.** Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la primera hipótesis  
FUENTE: elaboración propio

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	Post_Test – Pre_Test
Z	-4,785 <sup>b</sup>
Sig. Asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

**Figura 30.** Significancia asintótica de la primera hipótesis.  
FUENTE: elaboración propio

### Validación de la hipótesis

Se ha evaluado la prueba de la hipótesis, con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon teniendo como resultado la significancia asintótica (bilateral), un valor de 0.000 tomando en consideración que el valor es menor que 0.05. Con este resultado obtenido se acepta la hipótesis alterna.

### Hipótesis de investigación 2:



**H1:** El diseño automatizado de horno incide de forma significativa en la temperatura para el secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL

**Indicador:** Temperatura necesaria para secado de madera.

**Hipótesis estadísticas.**

**Definición de Variables:**

**TNSMa:** Temperatura necesaria para secado de madera antes de diseñar y automatizar el horno.

**TNSMd:** Temperatura necesaria para secado de madera después diseñar y automatizar el horno.

**H0:** La temperatura no es suficiente para el secado de madera.

**$H0 = TNSMa \geq TNSMd$**

Si la probabilidad obtenida de indicador sin el diseño automatizado de horno es menor o igual que el indicador con el diseño automatizado implementado se rechaza la hipótesis alterna.

**HA:** El diseño automatizado de horno incrementa la temperatura necesaria para el secado de madera.

**$H0 = TNSMa < TNSMd$**

Si la posibilidad obtenida del indicador sin el diseño automatizado de horno es menor que el indicador con el diseño automatizado de horno implementado se acepta la hipótesis alterna.

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Rangos			
	N	Rango promedio	Suma de rangos
Post_Test – Pre_Test			
Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Rangos positivos	18 <sup>b</sup>	9,50	171,00
Empates	0 <sup>c</sup>		
Total	18		

a. Post\_Test < Pre\_Test

b. Post\_Test > Pre\_Test

c. Post\_Test = Pre\_Test

**Figura 31.** Prueba de rangos con signo de Wilcoxon de la segunda hipótesis

FUENTE: elaboración propio

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	Post_Test – Pre_Test
Z	-3,724 <sup>b</sup>
Sig. Asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

**Figura 32.** Significancia asintótica de la segunda hipótesis con el primer indicador.

FUENTE: elaboración propio

### Validación de hipótesis

Se ha evaluado la prueba de hipótesis con prueba de rangos con signo de Wilcoxon teniendo como resultado la significancia asintótica (bilateral), un

valor de 0.000 tomando en consideración que el valor es menor que 0,05, con este resultado obtenido se acepta la hipótesis alterna.

### **Hipótesis de investigación 3:**

**H1:** El diseño automatizado de horno contribuye de manera efectiva en la reducción de la humedad en la madera de la Empresa Inversiones Valle Sur SRL

**Indicador:** CH de la madera.

### **Hipótesis estadísticas**

Definiciones de variables:

**CHMa:** CH de la madera antes de utilizar el diseño automatizado de horno.

**CHMd:** CH de la madera después de utilizar el diseño automatizado de horno.

**H0:** El diseño automatizado de horno no reduce la humedad de la madera.

**$H_0 = CHMa \geq CHMd$**

El indicador CH de la madera sin el diseño automatizado de horno es mayor o igual que el indicador CH de la madera con el diseño automatizado de horno se rechaza la hipótesis alterna.

**HA:** El diseño automatizado de horno reduce la humedad de la madera.

**$H_0 = CHMa < CHMd$**

El indicador CH de la madera sin el diseño automatizado de horno es menor que el indicador CH de la madera con el diseño automatizado de horno se acepta la hipótesis alterna.

Prueba de rangos con signo de wilcoxon

Rangos				
	N	Rango promedio	Suma de rangos	
Post_Test – Pre_Test	Rangos negativos	30 <sup>a</sup>	15,50	465,00
	Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	30		

a. Post\_Test < Pre\_Test

b. Post\_Test > Pre\_Test

c. Post\_Test = Pre\_Test

**Figura 33.** Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon de la tercera hipótesis

FUENTE: elaboración propio

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	Post_Test – Pre_Test
Z	-4,783 <sup>b</sup>
Sig. Asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

**Figura 34.** Significancia asintótica de la tercera hipótesis

FUENTE: elaboración propio

### Validación de la hipótesis

Se ha evaluado la prueba de la hipótesis con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon teniendo como resultado la significancia asintótica (bilateral), un valor de 0.000 tomando en consideración que el valor es menor que 0.05. Con este resultado obtenido se acepta la hipótesis alterna.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diseño automatizado influyó de manera significativa en el procedimiento del secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL en los siguientes puntos:

1. Para el tiempo empleado, en el secado de madera, antes del diseño automatizado de horno se tenía un promedio de 360 horas y con el diseño automatizado de horno se obtuvo un promedio de 84.28 horas de tiempo empleado para el secado de madera, en correlación a la investigación del (CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICO DE LA MADERA, 2009) Guía de contenidos “Técnicas de secado de la madera teniendo como información que la madera demora en secar, en condiciones ambientales, hasta 120 días sin implementar un secado artificial y con el secado artificial un promedio de 14 días, por lo que, se evidencia la diferencia del pre test y el post test del tiempo empleado para el secado de madera, cumpliendo de esta manera con el objetivo propuesto.
2. Para la temperatura necesaria para el secado de madera, antes del diseño automatizado de horno se tenía un promedio de temperatura de 11.5°C y con el diseño automatizado de horno se obtuvo un 65°C de temperatura necesaria para el secado de madera, en correlación a la investigación del (CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICO DE LA MADERA, 2009) Guía de contenidos “Técnicas de secado de la madera teniendo como información que la madera demora en secar, en condiciones ambientales, como máximo hasta 20°C sin implementar el diseño automatizado de horno y con la implementación de diseño automatizado de horno un promedio de 60°C, por lo que, se evidencia la diferencia del pre test y el post test de la temperatura necesaria para secado de madera, cumpliendo de esta manera con el objetivo propuesto.
3. Para el CH de la madera, antes del diseño automatizado de horno se tenía un promedio de CH de 31.49 y con el diseño automatizado de horno se obtuvo un promedio de 12.5 de CH, en correlación a la investigación del (CENTRO DE

INNOVACIÓN TECNOLÓGICO DE LA MADERA, 2009) Guía de contenidos “Técnicas de secado de la madera teniendo como información que la madera demora en secar, en condiciones ambientales, como máximo hasta 31% en 16 días y hasta 25% de 4 a 6 meses, por lo que, se evidencia la diferencia del pre test y el post test del CH de la madera, cumpliendo de esta manera con el objetivo propuesto.

## CONCLUSIONES

1. En la investigación se estableció que se utilizaba antes del diseño automatizado de horno un promedio de 360.80 horas para el secado de madera tornillo. Luego del modelado del diseño automatizado de horno para el secado de madera se logró disminuir a 84.27 horas promedio. Por lo tanto, el diseño automatizado de horno permitirá perfeccionar el procedimiento de secado de madera y optimizar el tiempo en un promedio de 276.53 horas, requerido para esta actividad.
2. En la investigación se estableció el promedio de 14.44°C de temperatura para secado de madera. Luego del modelado del diseño automatizado de horno se logró incrementar la temperatura a 65°C para el secado de madera. Por lo tanto, el diseño automatizado de horno permitirá incrementar en 50.6°C promedio la temperatura requerida para esta actividad.
3. En la investigación se estableció que la CH de madera al final del secado a temperatura ambiente es un promedio de 31.48%. luego del modelado del diseño automatizado de horno para secado de madera se logró disminuir a un promedio de 12.54% de CH de la madera. Por lo tanto, el diseño automatizado de horno permitirá reducir un 18.94% de humedad de la madera requerido para esta actividad.
4. El diseño automatizado de horno para secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL permitirá mejorar la calidad de madera tornillo para la elaboración de muebles y optimizar el tiempo de secado. Por lo que se concluye que el diseño automatizado de horno permite elevar los niveles de venta y fiabilidad hacia la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. Para los futuros investigadores es recomendable tener en cuenta el indicador tiempo empleado para el secado de madera. Con el propósito de poder mejorar el control del tiempo de secado de la madera.
2. Se recomienda a los futuros investigadores si tengan proyectos similares a esta tesis tener en cuenta el indicador Temperatura necesaria para el secado de madera, con la finalidad de tener los datos actualizados. Así también, es recomendable por los instrumentos de medición de temperatura usado en la presente investigación.
3. Para los futuros trabajos de investigación es recomendable tener en cuenta el indicador de CH de la madera en la ciudad de Huancayo. Con la finalidad de llevar un mejor control de la cantidad de humedad a reducir.
4. El presente trabajo de investigación es recomendable para la aplicación, no solo en hornos de secado de madera, sino también en la extracción y calefacción de ambientes cerrados como Auditorios, Servicios Higiénicos comunes, restaurantes, centros comerciales, centros de diversión nocturna, etc., evidenciando de esta manera la amplia cantidad de actividades a las cuales se puede beneficiar.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **ACUÑA, J. 2016.** *Automatización Industrial, definicion de conceptos.* COSTA RICA : s.n., 2016.
2. **ÁLVAREZ, H y FERNANDEZ, J. 1992.** *Fundamentos teóricos del secado de la madera.* Madrid : Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), 1992. 84-7498-407-6.
3. **AROSTEGUI V., A. 1982.** *Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas.* LIMA PARÚ : Ministerio de Agricultura, 1982.
4. **ATENCIÓN, M. 2006.** *Secado de la madera.* 2006.
5. **Bernabé Condorez, Israel Gabriel. 2015.** *Sistema Web de Comercio Electronico y Control de Inventario Caso:Fibby's S.R.L.* La paz- Bolivia : s.n., 2015.
6. **CALDERÓN, A. 2016.** *SECADO DE LA MADERA.* MENDOZA, ARGENTINA : s.n., 2016.
7. **Castillo Sarzosa, Fernando David . 2017.** *Desarrollo de un Sistema de Inventarios para la empresa Aldea Diseños usando la metodologia del Proceso Unificado Rational RUP.* Quito - Ecuador : s.n., 2017.
8. **CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICO DE LA MADERA. 2009.** *Guía de contenidos "Técnicas de secado de la madera".* LIMA PERÚ : s.n., 2009.
9. **Chiroque Cueva , Oscar. 2018.** *Implementar un Sistema de Inventario para el proceso de Control de bienes en la Institución Educativa Horacio Zevallos Gámez Laynas La Matanza.* Piura - Perú : s.n., 2018.
10. **CIURLO, F. 2006.** *Conceptos básicos del secado de la madera.* s.l. : El Mueble y la Madera, 2006. Vol. (en línea).
11. **CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA. 2008.** *Compendio de Información Técnica de 32 especies forestales.* LIMA PERÚ : Tomo II. 2da edición, 2008.
12. **Flores Granja, Diego Antonio y Bozzano Larrea, José Andrés. 2015.** *Análisis, Diseño e Implementación del Sistema de Gestión de Inventarios y Validación de Contratos de soporte de la empresa Sinetcom S.A.* Sangolquí - Ecuador : s.n., 2015.
13. **González Tayo, Rubén Luis. 2013.** *Sistema Web de Gestión y Control de Procesos para la Dirección Provincial del IESS de Imbabura.* Ibarra-Ecuador : s.n., 2013.
14. **Hernández Castañeda, Jhordan Willy. 2019.** *Implementación de un sistema Web de Control de Inventarios y su influencia para controlar y manipular los bienes*

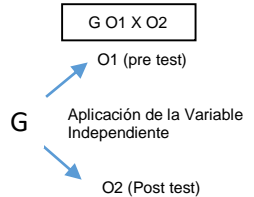
de la municipalidad provincial de San Miguel - Cajamarca. Cajamarca - Perú : s.n., 2019.

15. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO. 2014.** *Metodología de la Investigación.* MEXICO : Interamericana Editores S.A., 2014. 9781456223960.
16. **HOYOS, H. 1995.** *EL HOMBRE Y LA MAQUINA.* CALI COLOMBIA : REVISTA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE, 1995.
17. **Huaman Freitas, Luis Alberto. 2012.** *Sistema de Control de Inventario y Reportes de Almacén para Ceva Logistics S.R.L.* Iquitos - Perú : s.n., 2012.
18. **KOLLMANN, F. 1959.** *Tecnología de la madera y sus aplicaciones.* Madrid España : Ministerio de agricultura Instituto Forestal y Servicio de la Madera, 1959.
19. **PIEDRAHITA, R. 2004.** *Ingeniería de la Automatización Industrial.* MEXICO : RAMA, 2004.
20. **Ponce Romero, Jhadira Marilú y Valderrama Bacilio, Larry Billy. 2013.** *Desarrollo de un Sistema basado en Tecnología web usando el Patrón de Diseño Modelo Vista Controlador para mejorar la Actualización del Inventario de equipos dslam de Telefónica del Perú.* Trujillo - Perú : s.n., 2013.
21. **Rojas, Chapa Miguel Alejandro. 2013.** *Sistema de Control de Bienes Informáticos y Asistencia Técnica para el Gobierno Regional de Loreto.* Iquitos - Perú : s.n., 2013.
22. **SCHREWE, H. 1983.** *Manual de secado de la madera.* LIMA PERÚ : Proyecto PNUD/FAO! PER-81/002, 1983.
23. **Suniaga Salazar, José Miguel. 2009.** *Desarrollo de una aplicación Web Basada en Tecnología Helpdesk para ofrecer servicios de soporte Técnico e Inventario en la Gerencia de Informática de la empresa C.A. Hidrológica del Centro, en valencia estado Carabobo.* Barcelona : s.n., 2009.
24. **TEJADA M., A. 2018.** *LA HUMEDAD EN LA ATMOSFERA Bases físicas, instrumentos y aplicaciones.* COLIMA MEXICO : s.n., 2018. 978-607-8549-50-4.
25. **VILLANUEVA, G. 1977.** *Inventario forestal de los bosques de CIEFOR Puerto Almendra.* IQUITOS PERÚ : Universidad Nacional de la Amazonia, 1977.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

#### Diseño automatizado de horno en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	<b>Variable Estimulo (Independiente, X, causa)</b>  Diseño automatizado  <b>Definición</b> “La Automatización es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de la automatización son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión. Disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales”, (Pablo A. Daneri 2008)	<b>X1.1</b> Tiempo empleado para secado de madera  <b>X2.1</b> Temperatura necesaria para secado de madera  <b>X3.1</b> CH de la madera	<b>Metodología de la investigación:</b> Científica <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo <b>Diseño de la investigación:</b> Pre-Experimental <b>Técnica de investigación:</b> Fichaje    <b>Población y Muestra</b> <b>Población:</b> 2,370 p2 de madera tornillo <b>Muestra:</b> 30 muestras de madera tornillo.
¿De qué manera el diseño automatizado del horno influye en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?	Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en el proceso de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL	El diseño automatizado influye de manera significativa en el proceso de secado de la madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL.			
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas			
1. ¿De qué manera el Diseño Automatizado del horno influye en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?  2. ¿De qué manera el Diseño Automatizado del horno influye en el control de la temperatura para el secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?	1. Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL  2. Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en el control de temperatura para el secado de madera en la Empresa	1. El diseño automatizado de horno influye significativamente en el tiempo de secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur.  2. El diseño automatizado de horno incide de forma significativa en la temperatura para el secado de madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL			

<p>3. ¿De qué manera el Diseño Automatizado del horno influye en la reducción de la humedad de la madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL?</p>	<p>Inversiones Valle Sur SRL</p> <p>3. Determinar la influencia del Diseño Automatizado del horno en la reducción de humedad en la madera en la Empresa Inversiones Valle Sur SRL</p>	<p>3. El diseño automatizado de horno contribuye de manera efectiva en la reducción de la humedad en la madera de la Empresa Inversiones Valle Sur SRL</p>	<p><b>Variable Resultado (Dependiente, Y, efecto)</b></p> <p>Secado de madera</p> <p><b>Definición</b></p> <p>“La práctica y técnica desarrollada para eliminar el agua de la madera, sin que esta se perjudique, hasta un punto tal, en que la misma se encuentre en equilibrio higroscópico con el medio ambiente en el cual será utilizado”. (Alberto D. Calderón, 2016)</p>	<p><b>Y1.1</b> Pruebas funcionales</p>	<p><b>Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos</b></p> <p>Como técnica principal se tiene: ficha de observación.</p> <p><b>Técnicas de Procesamiento de datos:</b></p> <p>SPSS, Excel.</p>
---	---	--	---	--	---

Anexo 2. Ficha de observación de Tiempo de secado de madera – Pre test

<b>FICHA DE OBSERVACIÓN – (PRE TEST)</b>					
Investigador:		José Antonio Pascual Quispe			
Institución Investigada:		Inversiones Valle Sur SRL			
Dirección:		Sucursal: Av. Jacinto Ibarra N° 882			
Título de la Tesis:		Diseño automatizado de horno en el proceso de secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL			
Indicador:		Tiempo empleado para secado de madera			
Tipo de madera		Tornillo			
Dimensiones - madera		Espesor	Ancho	Longitud	
		1"	10"	10'	
Periodo de observación		02/11/2020 hasta 20/11/2020			
ITEM	MUESTRA	Fecha de inicio	Fecha de fin	Cantidad de días	Cantidad de horas
1	MUESTRA 1	02/11/2020	18/11/2020	16	384
2	MUESTRA 2	02/11/2020	17/11/2020	15	360
3	MUESTRA 3	02/11/2020	17/11/2020	15	360
4	MUESTRA 4	02/11/2020	16/11/2020	14	336
5	MUESTRA 5	02/11/2020	16/11/2020	14	336
6	MUESTRA 6	02/11/2020	18/11/2020	16	384
7	MUESTRA 7	02/11/2020	17/11/2020	15	360
8	MUESTRA 8	02/11/2020	18/11/2020	16	384
9	MUESTRA 9	02/11/2020	18/11/2020	16	384
10	MUESTRA 10	02/11/2020	18/11/2020	16	384
11	MUESTRA 11	02/11/2020	15/11/2020	13	312
12	MUESTRA 12	02/11/2020	17/11/2020	15	360
13	MUESTRA 13	02/11/2020	17/11/2020	15	360
14	MUESTRA 14	02/11/2020	15/11/2020	13	312
15	MUESTRA 15	02/11/2020	17/11/2020	15	360
16	MUESTRA 16	02/11/2020	18/11/2020	16	384
17	MUESTRA 17	02/11/2020	17/11/2020	15	360

18	MUESTRA 18	02/11/2020	16/11/2020	14	336
19	MUESTRA 19	02/11/2020	16/11/2020	14	336
20	MUESTRA 20	02/11/2020	17/11/2020	15	360
21	MUESTRA 21	02/11/2020	17/11/2020	15	360
22	MUESTRA 22	02/11/2020	18/11/2020	16	384
23	MUESTRA 23	02/11/2020	18/11/2020	16	384
24	MUESTRA 24	02/11/2020	17/11/2020	15	360
25	MUESTRA 25	02/11/2020	18/11/2020	16	384
26	MUESTRA 26	02/11/2020	16/11/2020	14	336
27	MUESTRA 27	02/11/2020	18/11/2020	16	384
28	MUESTRA 28	02/11/2020	17/11/2020	15	360
29	MUESTRA 29	02/11/2020	17/11/2020	15	360
30	MUESTRA 30	02/11/2020	17/11/2020	15	360

Anexo 3. Ficha de observación de Tiempo de secado de madera – Post test

FICHA DE OBSERVACIÓN – (POST TEST)					
Investigador:		José Antonio Pascual Quispe			
Institución Investigada:		Inversiones Valle Sur SRL			
Dirección:		Sucursal: Av. Jacinto Ibarra N° 882			
Título de la Tesis:		Diseño automatizado de horno en el proceso de secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL			
Indicador:		Tiempo empleado para secado de madera			
Tipo de madera		Tornillo			
Dimensiones - madera		Espesor	Ancho	Longitud	Volumen
		1"	10"	10'	
Periodo de observación		01/04/2021 hasta 04/04/2021			
ITEM	MUESTRA	Fecha de inicio	Fecha de fin	Cantidad de días	Cantidad de horas
1	MUESTRA 1	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.50
2	MUESTRA 2	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.00
3	MUESTRA 3	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.10
4	MUESTRA 4	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
5	MUESTRA 5	01/04/2021	04/04/2021	3.5	85.40
6	MUESTRA 6	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.20
7	MUESTRA 7	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
8	MUESTRA 8	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.15
9	MUESTRA 9	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
10	MUESTRA 10	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.30
11	MUESTRA 11	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.40
12	MUESTRA 12	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
13	MUESTRA 13	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.30
14	MUESTRA 14	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.45
15	MUESTRA 15	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.30

16	MUESTRA 16	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.10
17	MUESTRA 17	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.40
18	MUESTRA 18	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
19	MUESTRA 19	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.20
20	MUESTRA 20	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.00
21	MUESTRA 21	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
22	MUESTRA 22	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.15
23	MUESTRA 23	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.35
24	MUESTRA 24	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
25	MUESTRA 25	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.15
26	MUESTRA 26	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.30
27	MUESTRA 27	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.25
28	MUESTRA 28	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.15
29	MUESTRA 29	01/04/2021	04/04/2021	3.5	84.35
30	MUESTRA 30	01/04/2021	04/04/2021	4	84.00



Anexo 4. Ficha de observación de Temperatura T°C ciudad de Huancayo – Pre test

<b>FICHA DE OBSERVACIÓN – (PRE TEST)</b>				
Investigador:		José Antonio Pascual Quispe		
Institución Investigada:		Inversiones Valle Sur SRL		
Dirección:		Sucursal: Av. Jacinto Ibarra N° 882		
Título de la Tesis:		Diseño automatizado de horno en el proceso de secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL		
Indicador:		Temperatura Necesaria para secado de madera		
Periodo de observación:		02/11/2020 hasta 20/11/2020		
<b>ITEM</b>	<b>FECHA</b>	<b>Temperatura mínima °C</b>	<b>Temperatura 105ikipe °C</b>	<b>Temperatura promedio</b>
1	02/11/2020	7	19	13
2	03/11/2020	8	20	14
3	04/11/2020	9	20	15
4	05/11/2020	8	19	14
5	06/11/2020	9	19	14
6	07/11/2020	9	19	14
7	08/11/2020	8	21	15
8	09/11/2020	9	18	14
9	10/11/2020	8	19	14
10	11/11/2020	8	19	14
11	12/11/2020	9	20	15
12	13/11/2020	9	21	15
13	14/11/2020	9	20	15
14	15/11/2020	8	21	15
15	16/11/2020	9	20	15
16	17/11/2020	9	20	15
17	18/11/2020	8	20	14
18	19/11/2020	9	21	15
19	20/11/2020			
20	21/11/2020			

Anexo 5. Ficha de observación de Temperatura T°C ciudad de Huancayo – Post test

<b>FICHA DE OBSERVACIÓN – (POST TEST)</b>		
Investigador:	José Antonio Pascual Quispe	
Institución Investigada:	Inversiones Valle Sur SRL	
Dirección:	Sucursal: Av. Jacinto Ibarra N° 882	
Título de la Tesis:	Diseño automatizado de horno en el proceso de secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL	
Indicador:	Temperatura Necesaria para secado de madera	
Periodo de observación:	01/04/2021 hasta 04/04/2021	
<b>N°</b>	<b>HORA</b>	<b>Temperatura °C</b>
1	4.00	23.25
2	8.00	32.51
3	12.00	41.68
4	16.00	49.58
5	20.00	55.06
6	24.00	59.94
7	28.00	63.30
8	32.00	64.85
9	36.00	65.92
10	40.00	64.88
11	44.00	64.13
12	48.00	65.75
13	52.00	65.24
14	56.00	64.02
15	60.00	65.58
16	72.00	65.77
17	80.00	64.09
18	84.00	65.03
19		
20		

Anexo 6. Ficha de observación de Humedad de la madera – Pre test

FICHA DE OBSERVACIÓN – (PRE TEST)																					
Investigador:	José Antonio Pascual Quispe																				
Institución Investigada:	Inversiones Valle Sur SRL																				
Dirección:	Sucursal: Av. Jacinto Ibarra N° 882																				
Título de la Tesis:	Diseño automatizado de horno en el proceso de secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL																				
Indicador:	CH de la madera																				
Periodo de observación:	02/11/2020 hasta 20/11/2020																				
ITEM	MUESTRA	CH de la madera %																			
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20
1	MUESTRA 1	43.6	42.71	41.83	40.93	40.05	39.15	38.27	37.37	36.49	35.59	34.71	33.81	32.93	32.03	31.15	30.25				
2	MUESTRA 2	44.5	43.48	42.52	41.54	40.58	39.60	38.64	37.66	36.70	35.72	34.76	33.78	32.82	31.84	31.54					
3	MUESTRA 3	44.9	43.87	42.89	41.90	40.92	39.93	38.95	37.96	36.98	35.99	35.01	34.02	33.04	32.05	31.75					
4	MUESTRA 4	42.9	42.02	41.14	40.24	39.36	38.46	37.58	36.68	35.80	34.90	34.02	33.12	32.24	31.54						
5	MUESTRA 5	43.9	42.75	41.95	40.85	40.05	38.95	38.15	37.05	36.25	35.15	34.35	33.25	32.45	31.75						
6	MUESTRA 6	45.7	44.66	43.76	42.76	41.86	40.86	39.96	38.96	38.06	37.06	36.16	35.16	34.26	33.26	32.36	31.76				
7	MUESTRA 7	44.3	43.33	42.45	41.53	40.65	39.73	38.85	37.93	37.05	36.13	35.25	34.33	33.45	32.53	31.65					
8	MUESTRA 8	45.4	44.35	43.55	42.55	41.75	40.75	39.95	38.95	38.15	37.15	36.35	35.35	34.55	33.55	32.75	31.75				

9	MUESTRA 9	44.2	43.15	42.25	41.25	40.35	39.35	38.45	37.45	36.55	35.55	34.65	33.65	32.75	31.75	30.85	30.25				
10	MUESTRA 10	45.5	44.51	43.60	42.60	41.69	40.69	39.78	38.78	37.87	36.87	35.96	34.96	34.05	33.05	32.14	31.54				
11	MUESTRA 11	42.8	41.85	40.85	39.95	38.95	38.05	37.05	36.15	35.15	34.25	33.25	32.35	31.75							
12	MUESTRA 12	44.3	43.17	42.28	41.38	40.49	39.59	38.70	37.80	36.91	36.01	35.12	34.22	33.33	32.43	31.54					
13	MUESTRA 13	45.1	44.05	43.15	42.15	41.25	40.25	39.35	38.35	37.45	36.45	35.55	34.55	33.65	32.65	31.75					
14	MUESTRA 14	43.0	42.01	41.11	40.08	39.18	38.15	37.25	36.22	35.32	34.29	33.39	32.36	31.76							
15	MUESTRA 15	44.5	43.62	42.70	41.78	40.86	39.94	39.02	38.10	37.18	36.26	35.34	34.41	33.49	32.57	31.65					
16	MUESTRA 16	45.3	44.37	43.47	42.57	41.66	40.76	39.86	38.96	38.06	37.16	36.26	35.36	34.45	33.55	32.65	31.75				
17	MUESTRA 17	42.8	41.86	40.92	40.01	39.11	38.19	37.29	36.38	35.48	34.57	33.67	32.76	31.86	30.95	30.25					
18	MUESTRA 18	44.0	43.00	42.10	41.09	40.19	39.18	38.28	37.27	36.37	35.36	34.46	33.45	32.55	31.54						
19	MUESTRA 19	43.8	42.81	41.90	40.92	40.01	39.03	38.12	37.14	36.23	35.25	34.34	33.36	32.45	31.75						
20	MUESTRA 20	44.3	43.28	42.43	41.44	40.59	39.60	38.75	37.76	36.91	35.92	35.07	34.08	33.23	32.24	31.54					
21	MUESTRA 21	45.1	44.15	43.18	42.20	41.23	40.25	39.28	38.30	37.33	36.35	35.38	34.40	33.43	32.45	31.75					
22	MUESTRA 22	45.7	44.68	43.76	42.78	41.86	40.88	39.96	38.98	38.06	37.08	36.16	35.18	34.26	33.28	32.36	31.76				
23	MUESTRA 23	44.9	43.93	43.01	42.07	41.15	40.21	39.29	38.35	37.43	36.49	35.57	34.63	33.71	32.77	31.85	31.25				
24	MUESTRA 24	44.2	43.22	42.32	41.39	40.49	39.56	38.66	37.73	36.83	35.90	35.00	34.07	33.17	32.24	31.54					
25	MUESTRA 25	45.3	44.35	43.45	42.50	41.60	40.65	39.75	38.80	37.90	36.95	36.05	35.10	34.20	33.25	32.35	31.75				
26	MUESTRA 26	43.5	42.49	41.59	40.62	39.72	38.75	37.85	36.88	35.98	35.01	34.11	33.14	32.24	31.54						
27	MUESTRA 27	45.7	44.73	43.81	42.82	41.90	40.91	39.99	39.00	38.08	37.09	36.17	35.18	34.26	33.27	32.35	31.75				
28	MUESTRA 28	44.9	43.86	42.96	41.96	41.06	40.06	39.16	38.16	37.26	36.26	35.36	34.36	33.46	32.46	31.76					
29	MUESTRA 29	44.7	43.69	42.80	41.80	40.91	39.91	39.02	38.02	37.13	36.13	35.24	34.24	33.35	32.35	31.65					
30	MUESTRA 30	44.0	43.13	42.25	41.35	40.47	39.57	38.69	37.79	36.91	36.01	35.13	34.23	33.35	32.45	31.75					

## Anexo 7. Ficha de observación de Humedad de la madera – Post test

FICHA DE OBSERVACIÓN – (POST TEST)																							
Investigador:	José Antonio Pascual Quispe																						
Institución Investigada:	Inversiones Valle Sur SRL																						
Dirección:	Sucursal: Av. Jacinto Ibarra N° 882																						
Título de la Tesis:	Diseño automatizado de horno en el proceso de secado de madera en la empresa Inversiones Valle Sur SRL																						
Indicador:	CH de la madera																						
Periodo de observación:	01/04/2021 hasta 04/04/2021																						
N°	MUESTRA	Hora 0	Hora 4	Hora 8	Hora 12	Hora 16	Hora 20	Hora 24	Hora 28	Hora 32	Hora 36	Hora 40	Hora 44	Hora 48	Hora 52	Hora 56	Hora 60	Hora 64	Hora 68	Hora 72	Hora 76	Hora 80	Hora 84
1	MUESTRA 1	44.8	43.6	42.40	40.42	38.75	37.22	36.12	34.45	33.07	32.06	30.15	28.16	26.30	24.41	22.53	20.54	18.54	17.31	15.55	14.57	13.47	12,64
2	MUESTRA 2	44.3	43.1	41.96	39.98	38.31	36.78	35.68	34.01	32.63	31.62	29.71	27.72	25.86	23.97	22.09	20.10	18.10	16.87	15.11	14.13	13.03	12,54
3	MUESTRA 3	44.8	43.6	42.40	40.42	38.75	37.22	36.12	34.45	33.07	32.06	30.15	28.16	26.30	24.41	22.53	20.54	18.54	17.31	15.55	14.57	13.47	12,52
4	MUESTRA 4	44.7	43.5	42.29	40.31	38.64	37.11	36.01	34.34	32.96	31.95	30.04	28.05	26.19	24.30	22.42	20.43	18.43	17.20	15.44	14.46	13.36	12,69
5	MUESTRA 5	44.3	43.1	41.96	39.98	38.31	36.78	35.68	34.01	32.63	31.62	29.71	27.72	25.86	23.97	22.09	20.10	18.10	16.87	15.11	14.13	13.03	12,49
6	MUESTRA 6	44.1	42.9	41.76	39.78	38.11	36.58	35.48	33.81	32.43	31.42	29.51	27.52	25.66	23.77	21.89	19.90	17.90	16.67	14.91	13.93	12.83	12,47
7	MUESTRA 7	43.8	42.6	41.40	39.42	37.75	36.22	35.12	33.45	32.07	31.06	29.15	27.16	25.30	23.41	21.53	19.54	17.54	16.31	14.55	13.57	12.47	12,42
8	MUESTRA 8	44.7	43.5	42.29	40.31	38.64	37.11	36.01	34.34	32.96	31.95	30.04	28.05	26.19	24.30	22.42	20.43	18.43	17.20	15.44	14.46	13.36	12,42
9	MUESTRA 9	44.2	43.0	41.88	39.90	38.23	36.70	35.60	33.93	32.55	31.54	29.63	27.64	25.78	23.89	22.01	20.02	18.02	16.79	15.03	14.05	12.95	12,46
10	MUESTRA 10	44.4	43.2	41.99	40.01	38.34	36.81	35.71	34.04	32.66	31.65	29.74	27.75	25.89	24.00	22.12	20.13	18.13	16.90	15.14	14.16	13.06	12,41
11	MUESTRA 11	44.7	43.5	42.29	40.31	38.64	37.11	36.01	34.34	32.96	31.95	30.04	28.05	26.19	24.30	22.42	20.43	18.43	17.20	15.44	14.46	13.36	12,65
12	MUESTRA 12	44.5	43.3	42.10	40.12	38.45	36.92	35.82	34.15	32.77	31.76	29.85	27.86	26.00	24.11	22.23	20.24	18.24	17.01	15.25	14.27	13.17	12,58

13	MUESTRA 13	44.6	43.4	42.24	40.26	38.59	37.06	35.96	34.29	32.91	31.90	29.99	28.00	26.14	24.25	22.37	20.38	18.38	17.15	15.39	14.41	13.31	12,44
14	MUESTRA 14	44.5	43.3	42.18	40.20	38.53	37.00	35.90	34.23	32.85	31.84	29.93	27.94	26.08	24.19	22.31	20.32	18.32	17.09	15.33	14.35	13.25	12,58
15	MUESTRA 15	44.6	43.4	42.20	40.22	38.55	37.02	35.92	34.25	32.87	31.86	29.95	27.96	26.10	24.21	22.33	20.34	18.34	17.11	15.35	14.37	13.27	12,59
16	MUESTRA 16	44.8	43.6	42.39	40.41	38.74	37.21	36.11	34.44	33.06	32.05	30.14	28.15	26.29	24.40	22.52	20.53	18.53	17.30	15.54	14.56	13.46	12,65
17	MUESTRA 17	44.8	43.6	42.40	40.42	38.75	37.22	36.12	34.45	33.07	32.06	30.15	28.16	26.30	24.41	22.53	20.54	18.54	17.31	15.55	14.57	13.47	12,75
18	MUESTRA 18	44.2	43.0	41.79	39.81	38.14	36.61	35.51	33.84	32.46	31.45	29.54	27.55	25.69	23.80	21.92	19.93	17.93	16.70	14.94	13.96	12.86	12,65
19	MUESTRA 19	45.2	44.0	42.85	40.87	39.20	37.67	36.57	34.90	33.52	32.51	30.60	28.61	26.75	24.86	22.98	20.99	18.99	17.76	16.00	15.02	13.92	12,69
20	MUESTRA 20	44.8	43.6	42.40	40.42	38.75	37.22	36.12	34.45	33.07	32.06	30.15	28.16	26.30	24.41	22.53	20.54	18.54	17.31	15.55	14.57	13.47	12,65
21	MUESTRA 21	44.4	43.2	42.07	40.09	38.42	36.89	35.79	34.12	32.74	31.73	29.82	27.83	25.97	24.08	22.20	20.21	18.21	16.98	15.22	14.24	13.14	12,49
22	MUESTRA 22	44.5	43.3	42.10	40.12	38.45	36.92	35.82	34.15	32.77	31.76	29.85	27.86	26.00	24.11	22.23	20.24	18.24	17.01	15.25	14.27	13.17	12,46
23	MUESTRA 23	44.5	43.3	42.18	40.20	38.53	37.00	35.90	34.23	32.85	31.84	29.93	27.94	26.08	24.19	22.31	20.32	18.32	17.09	15.33	14.35	13.25	12,47
24	MUESTRA 24	44.7	43.5	42.29	40.31	38.64	37.11	36.01	34.34	32.96	31.95	30.04	28.05	26.19	24.30	22.42	20.43	18.43	17.20	15.44	14.46	13.36	12,44
25	MUESTRA 25	44.8	43.6	42.40	40.42	38.75	37.22	36.12	34.45	33.07	32.06	30.15	28.16	26.30	24.41	22.53	20.54	18.54	17.31	15.55	14.57	13.47	12,65
26	MUESTRA 26	44.7	43.5	42.31	40.33	38.66	37.13	36.03	34.36	32.98	31.97	30.06	28.07	26.21	24.32	22.44	20.45	18.45	17.22	15.46	14.48	13.38	12,47
27	MUESTRA 27	44.2	43.0	41.87	39.89	38.22	36.69	35.59	33.92	32.54	31.53	29.62	27.63	25.77	23.88	22.00	20.01	18.01	16.78	15.02	14.04	12.94	12,58
28	MUESTRA 28	44.7	43.5	42.29	40.31	38.64	37.11	36.01	34.34	32.96	31.95	30.04	28.05	26.19	24.30	22.42	20.43	18.43	17.20	15.44	14.46	13.36	12,48
29	MUESTRA 29	44.8	43.6	42.40	40.42	38.75	37.22	36.12	34.45	33.07	32.06	30.15	28.16	26.30	24.41	22.53	20.54	18.54	17.31	15.55	14.57	13.47	12,44
30	MUESTRA 30	44.5	43.3	42.09	40.11	38.44	36.91	35.81	34.14	32.76	31.75	29.84	27.85	25.99	24.10	22.22	20.23	18.23	17.00	15.24	14.26	13.16	12,45

## Anexo 8. Evaluación del primer experto

### EVALUACIÓN DE EXPERTO INSTRUMENTO PARA VALIDAR LA FICHA DE OBSERVACION

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUANTICA		
	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento	√		
Claridad en la redacción de los ítems	√		
Relevancia del contenido	√		
Factibilidad de aplicación	√		

RESULTADO DE VALORACION DEL INSTRUMENTO: (BUENO)

<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>
EDWARD EDDIE BUSTINZA ZUASNABAR	20111231
<b>DIRECCION</b>	<b>TELÉFONO CELULAR</b>
Calle Santa Beatriz N 192	990202665
<b>TÍTULO PROFESIONAL</b>	
Ing. Sistemas y Computación	
<b>GRADO ACADÉMICO</b>	
Doctor Ingeniería de Sistemas	
<b>MENCIÓN</b>	
Sistemas de Ingeniería	
<b>INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA</b>	
UPLA	

Fecha: 04 de agosto de 2021

-----  
FIRMA DEL EXPERTO  
DNI: 20111231

## Anexo 9. Evaluación del segundo experto

### EVALUACIÓN DE EXPERTO INSTRUMENTO PARA VALIDAR LA FICHA DE OBSERVACION

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUANTICA		
	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento	√		
Claridad en la redacción de los ítems	√		
Relevancia del contenido	√		
Factibilidad de aplicación	√		

RESULTADO DE VALORACION DEL INSTRUMENTO: (BUENO)

<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>
Saúl Valeriano Santivañez Bernardo	19917000
<b>DIRECCION</b>	<b>TELÉFONO CELULAR</b>
Av. Calmell del Solar 1073 Huancayo	964405167
<b>TÍTULO PROFESIONAL</b>	
Ing. Electrónico	
<b>GRADO ACADÉMICO</b>	
Maestría	
<b>MENCIÓN</b>	
Informática para la Gestión	
<b>INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA</b>	
Wanro Innova SAC	

Fecha: 26 de julio de 2021



-----  
FIRMA DEL EXPERTO

DNI: 19917000



## Anexo 10. Evaluación del tercer experto

### EVALUACIÓN DE EXPERTO INSTRUMENTO PARA VALIDAR LA FICHA DE OBSERVACION

CRITERIOS	APRECIACIÓN CUANTICA		
	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Presentación del instrumento	X		
Claridad en la redacción de los ítems	X		
Relevancia del contenido	X		
Factibilidad de aplicación	X		

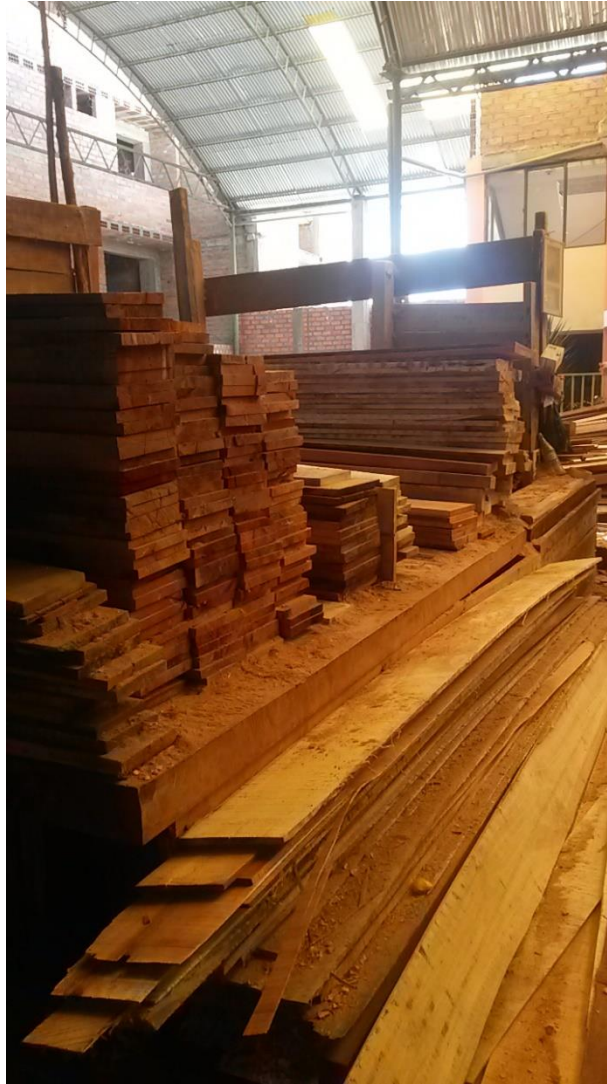
RESULTADO DE VALORACION DEL INSTRUMENTO: ( BUENO )

<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>
A. CHRISTIAN MONTERO ESTRELLA	72397766
<b>DIRECCION</b>	<b>TELÉFONO CELULAR</b>
AV. JOSÉ OLAYA N° 670	983746139
<b>TÍTULO PROFESIONAL</b>	
INGENIERO INDUSTRIAL	
<b>GRADO ACADÉMICO</b>	
MAESTRO	
<b>MENCIÓN</b>	
GESTIÓN INTEGRAL	
<b>INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA</b>	
UPLA	

Fecha: 04/08/2021

  
 FIRMA DEL EXPERTO  
 DNI: 72397766  


## Anexo 11. Secado de madera actual



**Figura 35.** Secado natural de madera

FUENTE: elaboración propio

Actualmente, el secado de madera que la empresa Inversiones Valle Sur SRL, desarrolla es la natural, sin embargo, este método no es el idóneo ni el mejor, dado que solo se forman pilas desordenadas, los cuales no permiten la circulación de aire y están instaladas en lugares donde los rayos del sol no llegan; proporcionando de esta manera, materia prima de pésima calidad.

## Anexo 12. Diseño automatizado de horno de secado

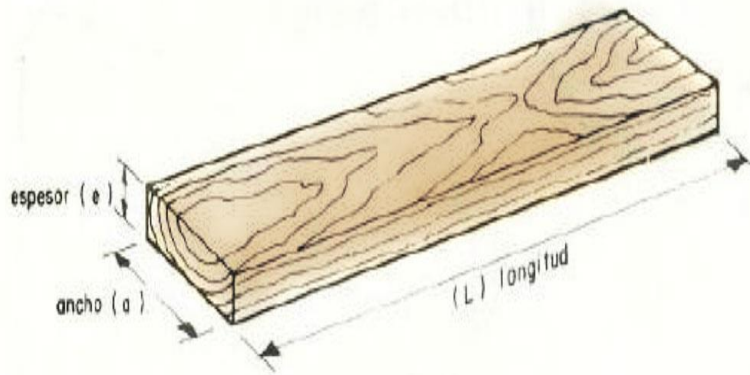
### 5.1 Diseño automatizado de horno

En esta sección se determinará los caracteres técnicos del Proyecto del horno para secado de madera. Las condiciones serán dadas de acuerdo a la necesidad, siendo importante para realizar los cálculos. Ante ello, se establecen parámetros para diseñar, siguiendo las características técnicas de los componentes del horno, a fin de definir materiales, dimensiones, etc.

#### 5.1.1 Cálculo de tamaño del horno.

El dimensionamiento del horno implica tomar en consideración las medidas de la materia prima, es decir, piezas de madera; las mismas permite calcular la dimensión del horno de secado.

Para el cálculo del horno, se debe conocer la cantidad de madera o volumen. Para determinar las dimensiones del horno, se deben conocer las dimensiones o medidas de la madera que condicionaran el diseño.



**Figura 36.** Dimensiones de la madera

FUENTE: elaboración propio

#### 5.1.1.1. Longitud del horno

La longitud del horno está determinada por la longitud de la madera, los mismos que tienen una longitud siguiente:

10' (Diez pies) = 3.048 metros

También se debe tener en cuenta que se deben añadir pasadizos en ambos lados de la madera, para la manipulación de la madera por el operario, el mismo que debe ser de 80 cm (0.8m).

$$L_H = L_M + 2S$$

Donde:

$L_H$ : es la longitud del horno.

$L_M$ : Longitud de la madera. = 3.04 m

$S$ : Espacio de transito del operario. = 0.5 m por lado

∴ Ejecutando la ecuación, tenemos que la longitud del horno es 3.54 metros (354cm)

#### **5.1.1.2. Ancho del horno**

El ancho del horno ( $A_H$ ) estará determinado por la cantidad de columnas ( $N_C$ ), medida de la tabla ( $M_T$ ), el espacio de separación entre tablas ( $E_M$ ) y el espacio de circulación del operador ( $E_O$ ).

$$A_H = (N_C * M_T) + (5S_M) + (2E_O)$$

Donde:

$A_H$ : Ancho de horno.

$N_C$ : Numero de columnas. = 6

$M_T$ : Medida de la tabla. = 30.48 cm

$S_M$ : espacio entre tablas. = 2.5 cm

$E_O$ : Espacio para circulación del operador. = 0.5 m por lado

∴ Ejecutando la ecuación, tenemos que el ancho del horno es 2.9538 metros (295.38 cm).

### 5.1.1.3. Altura del horno

La altura del horno se determinó por el número de filas de madera, más los separadores metálicos de 1" (01 pulgada)

$$Hh = (Nf * Em) + (Ecas) + (24 * Esm) + B$$

Donde:

H<sub>h</sub>: Altura del horno

E<sub>M</sub>: Espesor de la madera = 2.54 cm

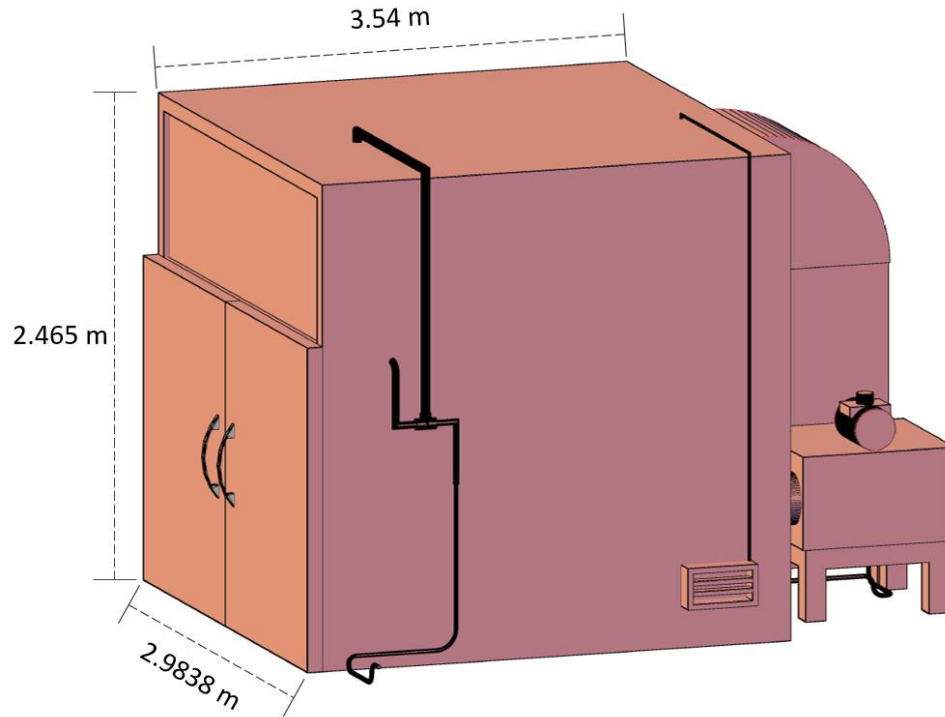
N<sub>F</sub>: Numero de filas = 25

E<sub>CAS</sub>: Espacio Circulación de aire superior = 50 cm

E<sub>SM</sub>: Espacio de separación entre maderas = 2.5 cm

B: Base de acero = 25 cm

∴ Ejecutando la ecuación, tenemos que la altura de horno es 2,46.5 m (246.5 cm)



**Figura 37.** Dimensiones de horno de secado de madera

FUENTE: elaboración propio Auto Cad

### 5.1.2 Estructura metálica del horno

La estructura metálica del horno será de tubos cuadrados de aluminio de 2"x2" y de 2mm de espesor, con planchas de Aluzinc unidos a las estructuras; la puerta está compuesta por dos paneles. Estas estructuras metálicas de aluminio y Aluzinc, serán para colocadas en las paredes y techo del horno.

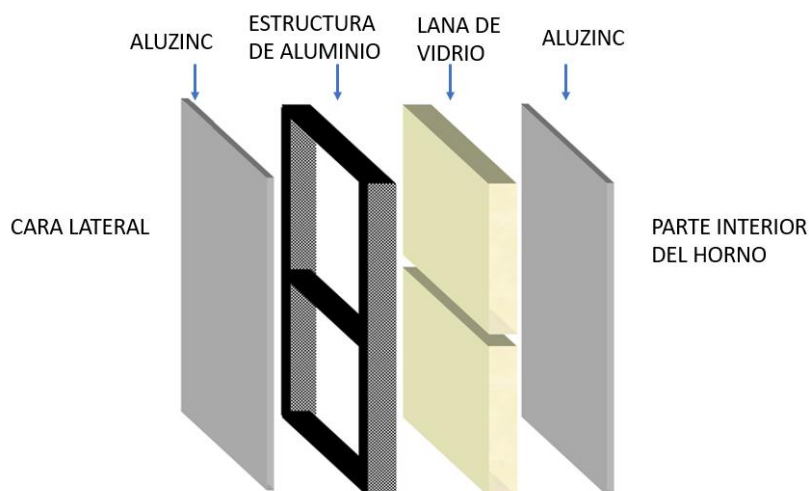


**Figura 38.** Estructura metálica del horno

Fuente: Wikipedia Hornos web

### **5.1.3 Aislamiento térmico**

El aislamiento térmico diseñado en esta estructura será para alcanzar y soportar una temperatura de hasta 100°C, para lograr el aislamiento se puso una plancha de fibra de vidrio de 2" de espesor; para lo cual se fijó la estructura de aluminio, luego la plancha de Aluzinc, para luego colocar las fibras de vidrio.



**Figura 39.** Composición del aislamiento térmico del horno  
FUENTE: elaboración propio

Aluzinc, La plancha aluzinc es una delgada lámina de acero, recubierta en sus dos caras por una aleación protectora de aluminio y zinc lo que le otorga al producto una excelente resistencia a la corrosión. La plancha de aluzinc es ideal para aplicaciones que requieren una alta resistencia a la corrosión y la reflectividad del calor.

Lana de vidrio, se utiliza como aislante térmico, acústico y absorbente acústico para cubiertas (techos), muros en tabiquería y pisos. Las que pueden soportar temperaturas de hasta 200°C.





**Figura 40.** Colocado de la fibra de vidrio, aislamiento térmico del horno

Fuente: [121ikipedia.org/wiki/Lana\\_de\\_vidrio](https://es.wikipedia.org/wiki/Lana_de_vidrio) web

#### **5.1.4 Análisis de caudal del extractor centrifugo**

Dentro del horno, puede circular el aire por gravedad o por medio de un extractor centrifugo que provoca una ventilación forzada. Dado que las moléculas de aire se alejan cuando se calienta, el aire se expande y pierde su densidad, el aire sube. Por tanto, cuando el aire caliente es obligado a pasar por los espacios de las tablas de la pila, cede calor a las piezas en la pila y se enfría por la absorción de la humedad de la madera, haciendo que el aire frío se hunda o precipite hacia la parte inferior del horno.

La ventilación puede asegurar un buen secado, ya que juega un papel muy importante el principio del ciclo sobre velocidad del secado y al final sobre la homogeneidad en el CH de las piezas de madera en la pila.

Para seleccionar un extractor centrifugo es necesario dimensionarlo debidamente, para obtener la velocidad de aire requerido en la cámara el cual normalmente oscila entre 2 y 3 m/s.

El caudal de un ventilador es muy importante, por lo que para ello se tendrá en cuenta el área entre las tablas como área libre.

$$Q = A * V$$

Donde:

Q= caudal

A= área de circulación del aire

V= velocidad del aire recomendado (oscilamiento entre 2 y 3 m/s; por lo tanto, se utilizará el valor promedio, 2.5 m/s)

#### 5.1.4.1. Cálculo del área libre

Área de libre tránsito del aire caliente.

$$A = \left[ \frac{S}{S + E} * L * A \right] + X$$

Donde:

A= Área libre

S= Espesor de los separadores en mm = 25 mm

L= Longitud de la madera = 3.04 m

X= Área libre lateralmente de la pila en (m<sup>2</sup>) = 3.04 m<sup>2</sup>

E= Espacio de separación de tablas = 25 mm

A= Media del área libre lateral = 1.52 m<sup>2</sup>

Reemplazando los valores tenemos:

$$A = \left[ \frac{25}{25 + 25} * 3.04 * 1.52 \right] + 3.04$$

$$A = 3.06 \text{ m}^2/2$$

$$A = 1.53 \text{ m}^2$$

Calculando el caudal tenemos:

$$Q = A * V$$

$$Q = 1.53 \text{ m}^2 * 2.5 \text{ m/s}$$

$$Q = 1.53 \text{ m}^2 * 2.5 \text{ m/s}$$

$$Q = 3.83 \text{ m}^3/\text{s}$$

Conversión del tiempo

$$Q = 3.83 \text{ m}^3/\text{s} * 3600$$

$$Q = 13,783.97 \text{ m}^3/\text{h}$$

∴ Por lo tanto, para alcanzar el caudal obtenido, se necesitará un ventilador centrífugo con las siguientes características:

Extractor inyector de aire centrífugo.

- Motor: 5 HP SIEMENS
- Turbina con 12 alabes
- Carcasa de 1.5 mm
- Rotor: 24"
- Caudal: 15,000.00 m<sup>3</sup>/h
- RPM: 765
- Voltaje: 220 volt.



**Figura 41.** Extractor centrifugo de aire

Fuente: FABRICA NACIONAL DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL  
“AIR SYSTEMS” Web

### **5.1.5 Análisis de selección de calefacción**

La elevación de la temperatura mediante el calor es necesario, debido a la difusión o movimiento de humedad desde el interior de la madera hacia su superficie. Para ello es importante conocer que, la calefacción es importante para facilitar y acelerar la evaporación de la humedad de la madera, calentar el aire fresco que ingresa al horno.

“La energía térmica, es la manifestación de la energía en forma de calor. En todos los materiales los átomos que forman sus moléculas están en continuo movimiento ya sea trasladándose o vibrando. Este movimiento de las partículas implica que los átomos tengan determinada energía cinética a la que nosotros llamamos calor, energía térmica o energía calorífica. En cierto modo, la energía calorífica es la energía interna de un cuerpo”.

En nuestro caso se necesitan tres (03) valores:

- La densidad/madera a secar, que será de  $0.45 \text{ g/cm}^3 = 450 \text{ Kg/m}^3$
- La humedad inicial
- La humedad final

Entonces, se calcula el volumen de la madera mediante la siguiente formula:

$$V = L * A * E$$

$$V = 304 \text{ cm} * 30.48 \text{ cm} * 2.54 \text{ cm}$$

$$V = 23,535.43 \text{ cm}^3$$

$$V = 0.0235 \text{ m}^3$$

Calculando el Volumen húmedo de la madera (Vh)

$$Vh = Vct * Nt$$

$$Vh = 0.0235 * 324$$

$$Vh = 7.614 \text{ m}^3$$

Calculando el Peso húmedo de la madera (Mh)

$$Mh = Vh * Rh$$

$$Rh = \frac{Pe(1 + Hi)}{1 + (Pe * Kte)}$$

$$Rh = \frac{0.61(1 + 40)}{1 + (0.61 * 30)}$$

$$Rh = 1.296 \text{ g/cm}^3$$

$$Rh = 1296 \text{ kg/cm}^3$$

Ahora bien, reemplazando en:

$$Mh = 0.02353 * 1296kg/cm^3$$

$$Mh = 9882.62kg$$

Calculando la masa de agua libre en la madera

$$Ma = \frac{Mh * (Hi - Hpsp)}{100 + H}$$

Reemplazando:

$$Ma = \frac{9882.62 * (40 - 30)}{100 + 90}$$

$$Ma = 520.138 kg$$

$$Mac = \frac{9882.62 * (30 - 10)}{100 + 90}$$

$$Mac = 1040.27 kg$$

Calculando la energía Térmica para evaporar el agua libre de la madera

$$Q1 = Ma * kte$$

$$Q1 = 520.138 * 3800kj$$

$$Q1 = 1'976,524.81$$

Cálculo de la energía térmica para evaporar el agua de higroscopicidad.

$$Q1 = Mac * Kte$$

$$Q1 = 1040.27 * 4400kj$$

$$Q1 = 4'577,215kj$$

Cálculo de la energía total

$$Qt = Q1 + Q2$$

$$Qt = 6'553,740.16 kj$$

Por lo tanto, teniendo en cuenta que el secado total es de 96 horas equivalente a 4 días.

$$Qt = 68,268.13 \text{ kJ/h}$$

Realizando la conversión a kilocalorías (kcl):

$$Qt = 16,305.56 \text{ kcl/h}$$

En este sentido, se elige el quemador de gas tipo hornilla ideal para el horno que consume 16,305.56 kcl/h en el proceso de secado, así mismo, se elige un tanque de 100 psi para realizar el todo el proceso, sin necesidad de adicionar.



**Figura 42.** Quemador u hornilla industrial (Imagen referencial)

Fuente: Jaime Caballero, Quemador de gas Web



**Figura 43.** Hornilla con pistón de encendido (Imagen referencial)

Fuente: Jaime Caballero, Quemador de gas Web

A la hornilla industrial esta adherido el pistón de prendido, la sonda de detección de llama, el chispero, una válvula honeywell de salida de dos vías que estarán ubicadas detrás del horno, cuya función es calentar un cuerpo ya caliente, la misma que se podrá controlar con un control automático BRAHMA, la cual está compuesto por un transformador electrónico de encendido adecuado para dotar a los quemadores de gas, la tensión que genera se aumenta gracias a un transformador con núcleo de ferrita.

#### 5.1.5.1 Selección del tipo de energía a transmitir a las maderas

- Convección

Es la transmisión de calor basada en movimiento real de las moléculas de una sustancia: aquí interviene un fluido que puede ser gas o líquido.

La transmisión de calor conectiva solo puede producirse en fluidos en los que por movimiento natural (el fluido extrae el calor de la zona caliente y cambia densidades) o circulación forzada (a través de un ventilador se mueve el fluido), las partículas puedan desplazarse transportando el calor sin interrumpir la continuidad física del cuerpo.



- Conducción

Es el proceso a partir del cual el calor se propaga debido a la agitación térmica de las moléculas, sin que exista un desplazamiento real de ellas. Es un proceso muy sencillo de entender y a la vez invisible pues solo ocurre transferencia de calor, sin nada físico visible.

La conducción es la razón por la cual los objetos, en un tiempo mas o menos prolongado, acaban por adquirir la misma temperatura en toda su extensión.

- Radiación

Es el calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura, es un proceso que carece de contacto entre sus cuerpos ni fluidos intermedios que transporten calor.

La radiación hace que por existir un cuerpo solido o liquido de temperatura mayor que otro, se produzca inmediatamente transferencia de calor de uno al otro. El fenómeno es el de la transmisión de ondas electromagnéticas, emanadas por los cuerpos a mayor temperatura que el cero absoluto: cuanto mayor sea la temperatura, entonces mayor serán esas ondas.

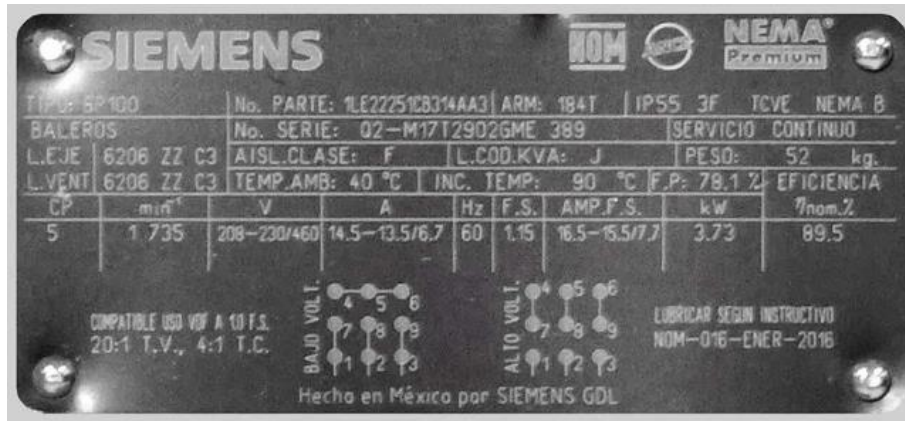
Eso es lo que explica que la radiación solo puede producirse en tanto los cuerpos están a una temperatura especialmente elevada.

Por lo tanto, se opta por elegir un intercambiador indirecto, la energía o calor se transmite a la madera por convección, siendo este el fenómeno predominante durante el proceso. El mismo que se forzara con un ventilador.

#### 5.1.5.2 Análisis de selección de componente de control de motor

- Relé térmico

El relé térmico es un dispositivo de protección que funciona contra las sobrecargas y calentamientos, por lo que se utiliza principalmente en motores, con lo que se garantiza alargar la vida útil y la continuidad en el trabajo de máquinas, evitando paradas de producción y garantizando volver a arrancar de forma rápida.



**Figura 44.** Placa informativa del motor de 5 hp  
Fuente: SIEMENS, motor trifásico 5HP Web

#### Cálculo de Relé térmico

$$Rt = Fs * In$$

Donde:

$$1hp = 746W$$

$$P = 3,730W$$

$$FS = 1.15$$

$$In = 14.5 A$$

$$Rt = Fs * In$$

$$Rt = 1.15 * 14.5$$

$$Rt = 16.67 A$$

Por lo tanto, el relé térmico a utilizar será el de rango 16 – 24 A.



**Figura 45.** Relé térmico de 24 A

**Fuente:** Schneider electric Web

- Cálculo del contactor

Es un elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuestos por un circuito bobina / electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en sí (incluso podría utilizarse baja tensión para el comando).

Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que

cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. Y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.

Calculando el contactor

$$P = V * I_c$$

$$P = 3,730W$$

$$V = 220v$$

$$3730W = 220v * I_c$$

$$I_c = 16.96$$



**Figura 46.** Contactor electromecánico  
Fuente: Schneider electric Web

- Cálculo de relé de baja y alta potencia

Dispositivo electromagnético que funciona como interruptor controlado por circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permite abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

$$V = I_r * R$$

$$V = 24v$$

$$R_s = 3.8kohm$$

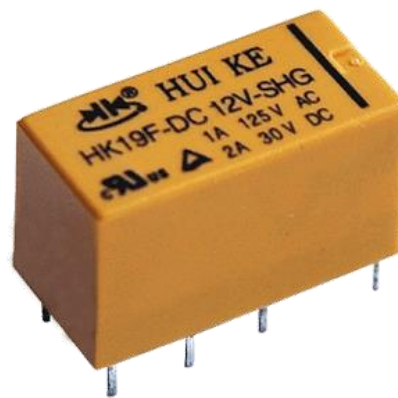
Entonces tenemos, relé de baja potencia:

$$I_r = \frac{V}{R}$$

$$I_r = \frac{24vdc}{3.8kohm * 1000}$$

$$I_r = 0.0063A$$

En este caso, se opta por un relé de 1ª, para el proceso de secado en horno se utiliza 8 relés que permiten realizar un control optimo del proceso.



**Figura 47.** Relé de 1°

Fuente: Schneider electric Web

Por otro lado, tenemos, relé de alta potencia.

$$I_r = \frac{220vdc}{3.8k\Omega * 100}$$

$$I_r = 0.06A$$



**Figura 48.** El relé de alta potencia se utiliza para el control del resto del controlador Brahma del quemador.

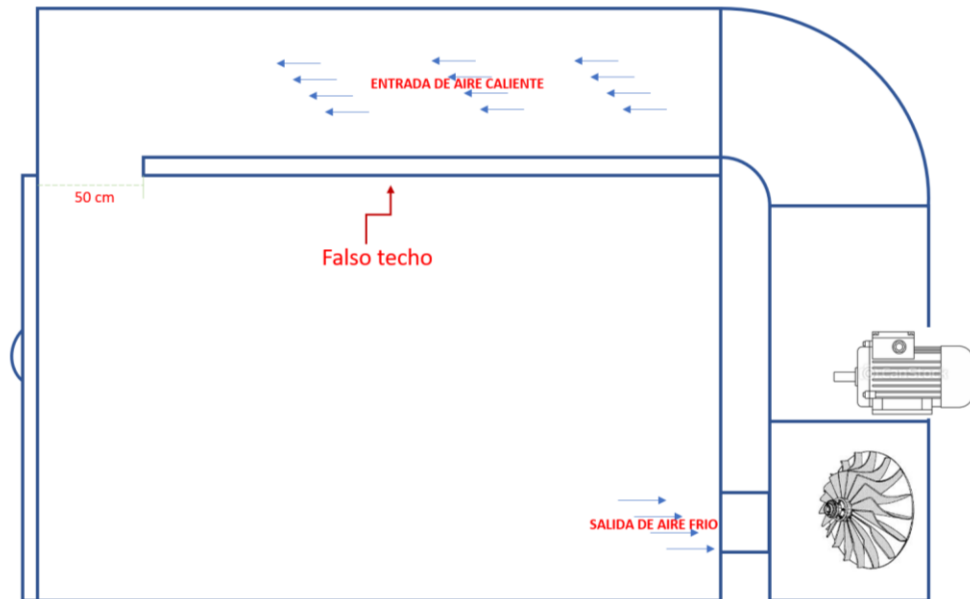
Fuente: Schneider electric Web

#### 5.1.4.2. Elección de un techo falso

El falso techo cumple una labor importante en el horno, que es la de forzar al aire caliente a que vaya de manera uniforme y circule por todo el horno. El falso techo está hecho de planchas aluzinc y tiene una estructura sólida para su soporte.

El falso techo cubre casi toda el área superior del horno con excepción de un extremo donde se encuentra la puerta, ya que en esa parte se deja

libre, aproximadamente, 0.5 metros, y es por donde va a descender el aire en 90 grados cubriendo la pila de maderas.



**Figura 49.** Estructura del falso techo  
**FUENTE:** elaboración propio

### 5.1.5.3 Selección de ventila

Es muy importante el intercambio de aire en el horno para el proceso de secado, en el horno se realiza intercambio de aire por dos razones principales; la primera, permite controlar el calor y humedad relativa y la segunda es que se expulsa el agua que se extrae de la madera; el aire ingresa por la parte superior, estas rejillas son activadas por un servomotor de control on/off, abriendo 90° como máximo, donde se expulsa humedad de madera al exterior del horno.

Deben existir ventilas para ingreso y extracción de aire en el proceso de secado. La cual es de acero de 2mm inoxidable, la ventila mide 20cm x 20cm. Tiene una barra en la ventila para cerrar o abrir dunte el proceso de secado.

Sistema de apertura y cierre de las ventilas será operado por medio del controlador, el cual enviará la señal para su apertura o cierre, dependiendo del porcentaje de humedad relativa que exista en el interior del horno de secado.

- Elección de un servomotor para ventilas

Para comandar la apertura de las ventilas, es necesario utilizar un motor eléctrico. El tipo de motor idóneo para este caso son los llamados “servomotor”, ya que pueden realizar giros de 90°, de acuerdo a sus características, lo que resulta ideal para la tarea de apertura y cierre de las ventilas, y además girar en ambos sentidos.



**Figura 50.** Servomotor para ventilas

Fuente: Schneider electric Web



#### 5.1.5.4 Selección de sistema de humidificación y cañería

La humedad del aire dentro del horno es un factor importante para el control del contenido de la humedad de la madera, particularmente en aquellos casos en que es necesario controlar la evaporación de la superficie de la pieza de madera.

Sistema de humidificación del horno de secado, es el mecanismo que posee para poder controlar las condiciones de humedad dentro del horno de secado. En el secado de la madera, se debe controlar la humedad relativa del aire, debido a que se pueden producir defectos en la madera.

Sistema es operado automáticamente por medio del controlador, el cual se programa de acuerdo a la etapa de secado, y una vez que el transmisor de humedad indique el porcentaje de humedad necesario para inyectar agua, el controlador envía una señal eléctrica para que se abra la válvula solenoide.

Se eligió un aspersor promax u.s de 2 bar ideal para la pulverización de agua en el interior de la cámara.



**Figura 51.** Gráfico de humidificación

Fuente: feria virtual, sistemas de pulverización Web.

### 5.1.5.5 Selección de instrumentos de control

El horno de secado de madera debe contar con instrumentos necesarios para registrar y medir los datos necesarios que involucra el proceso de secado.

Para ello debemos determinar los instrumentos necesarios y que además que se adecuen a las características y rangos pertinentes.

Los factores a controlar son la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del aire en el interior del horno de secado que será constante.

Se describen debajo:

- Sistema de medición y control de T°C / HR

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó un controlador modular de TWDLMDA20DRT 20E/S, módulos digitales E/S TM2DMM24DRF, y un módulo análogo TM2AMM3HT. El controlador programable twido y sus respectivas bases de ampliación de E/S digitales, como también el módulo análogo.



**Figura 52.** Instrumentos de control automatizado

Fuente: BS'AUTOMATES web.

- Transmisor de temperatura y humedad relativa

El transmisor de temperatura es el encargado de tomar las medidas o lecturas de la humedad relativa, para transformarla en señales eléctricas de voltaje. Es usado en lugares cerrados, idóneos para el uso en hornos de secado.

El sensor está compuesto por una caja y tubo, donde se encuentra encapsulado el sensor de temperatura y humedad relativa

El sensor almacena una tarjeta electrónica con los terminales para sus conexiones eléctricas.

El transmisor debe estar instalado a una altura de 1m del horno por la parte de la pared donde ingresa el aire

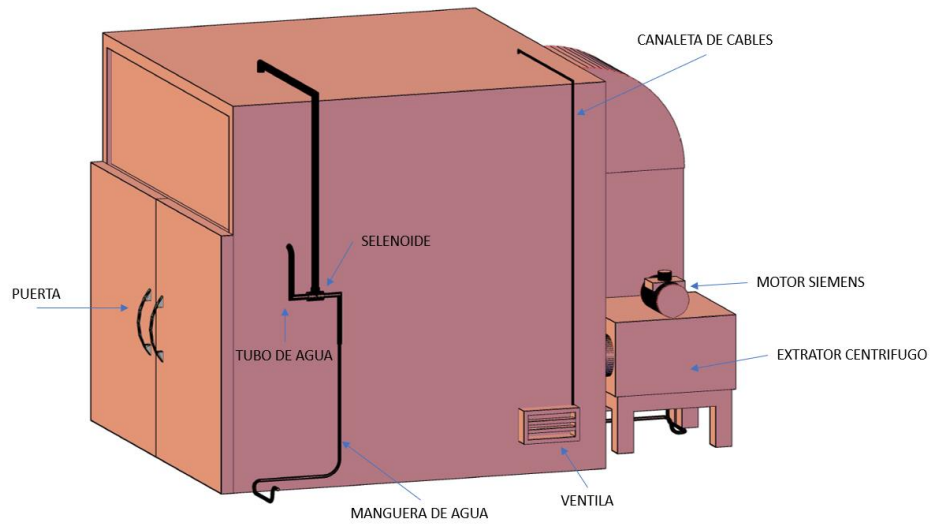


**Figura 53.** Transmisor de temperatura y humedad relativa

Fuente: TESPRO, transmisores de temperatura y humedad web.

## 5.2 Diseño culminado de horno para secado de madera

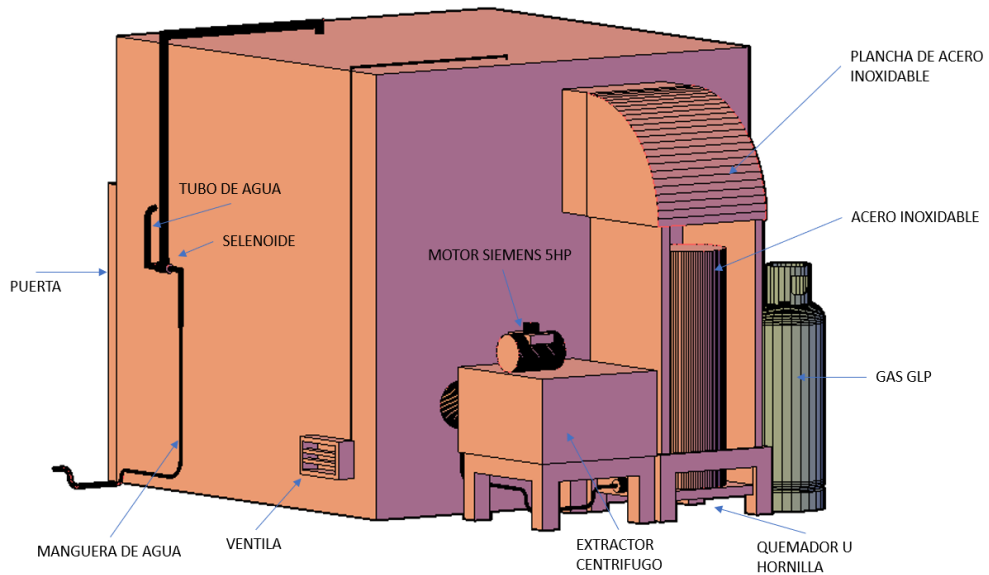
El diseño, comprende la culminación modelada de los componentes descritos anteriormente, los mismos que son parte importante del horno de secado de madera.



**Figura 54.** Diseño frontal – lateral del horno de secado de madera

Fuente: Elaboración propia

En la figura 55 se puede apreciar la puerta de ingreso de madera para la operación, también apreciamos la manguera y tubo de agua, y ventilador que nos ayudaran con el control de la humedad relativa, el motor SIEMENS de 5hp para la operación del extractor centrifugo.



**Figura 55.** Diseño lateral – posterior del horno de secado de madera

FUENTE: elaboración propio

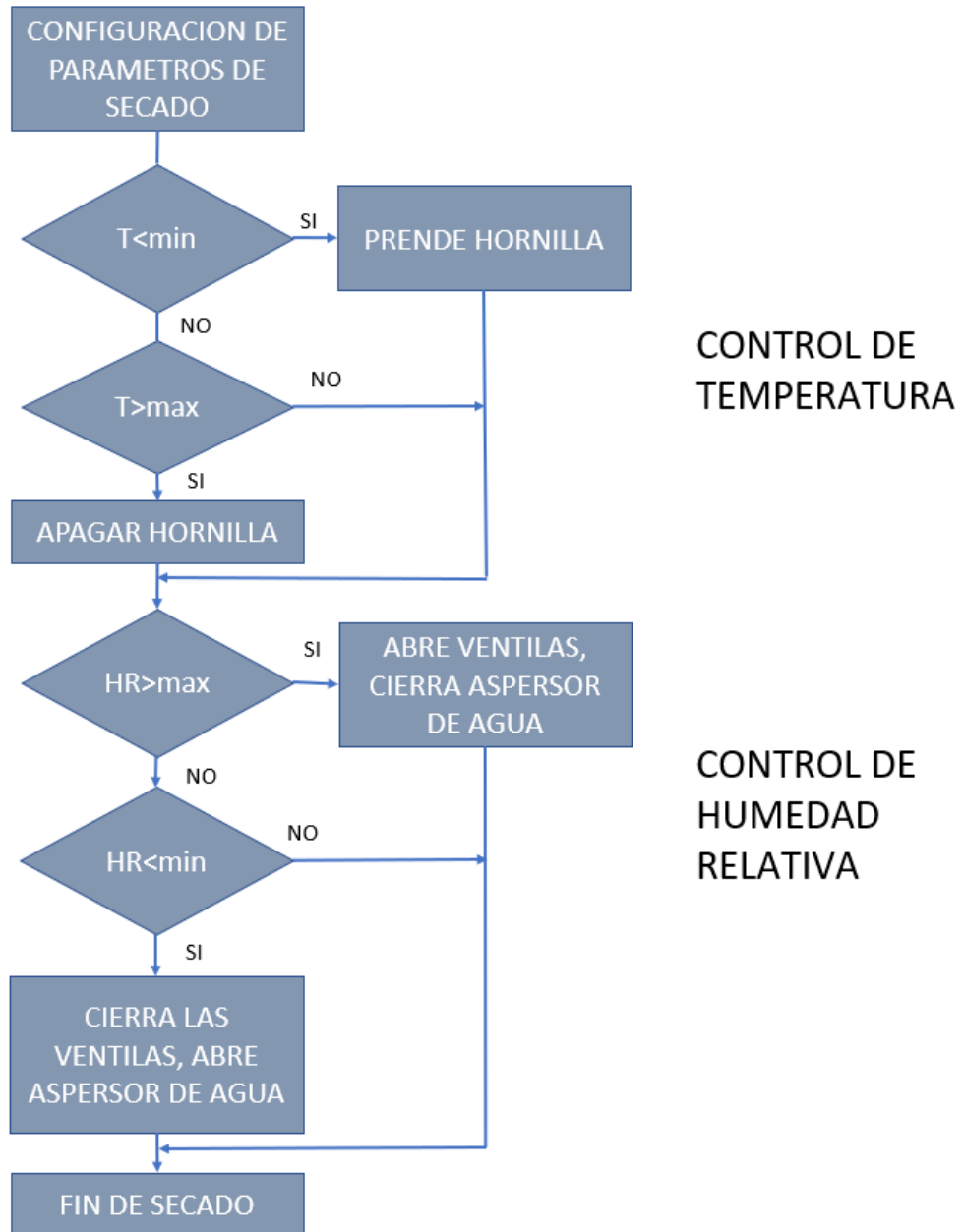
En la figura 55 se puede apreciar el extractor centrifugo encargado de la circulación del aire; el quemador u hornilla encargado de la elevación de calor al acero inoxidable por donde pasara el aire, el GAS GLP que proporcionara el combustible para el quemador.

### **5.3 Sistema de automatización**

El sistema de automatización utilizado por el horno es de tipo automático y semiautomático; la medición, control y regulación del proceso de secado, se realiza en forma totalmente automático. El soporte esencial es el controlador modular TWDLMDA20DRT 20E/S, mientras el módulo TM2AMM3HT recibe las señales de temperatura y humedad relativa procesada a 4 – 20mA y esta señal será procesada por el módulo TWDLMDA20DRT 20E/S que envía una señal adecuada a los actuadores para tener control del secado de madera.

#### **5.3.1 Diagrama de flujo de control de temperatura y humedad relativa**

Al colocar la madera n el horno crearemos un microclima en el interior del horno, del cual se debe controlar la HR y la T°.



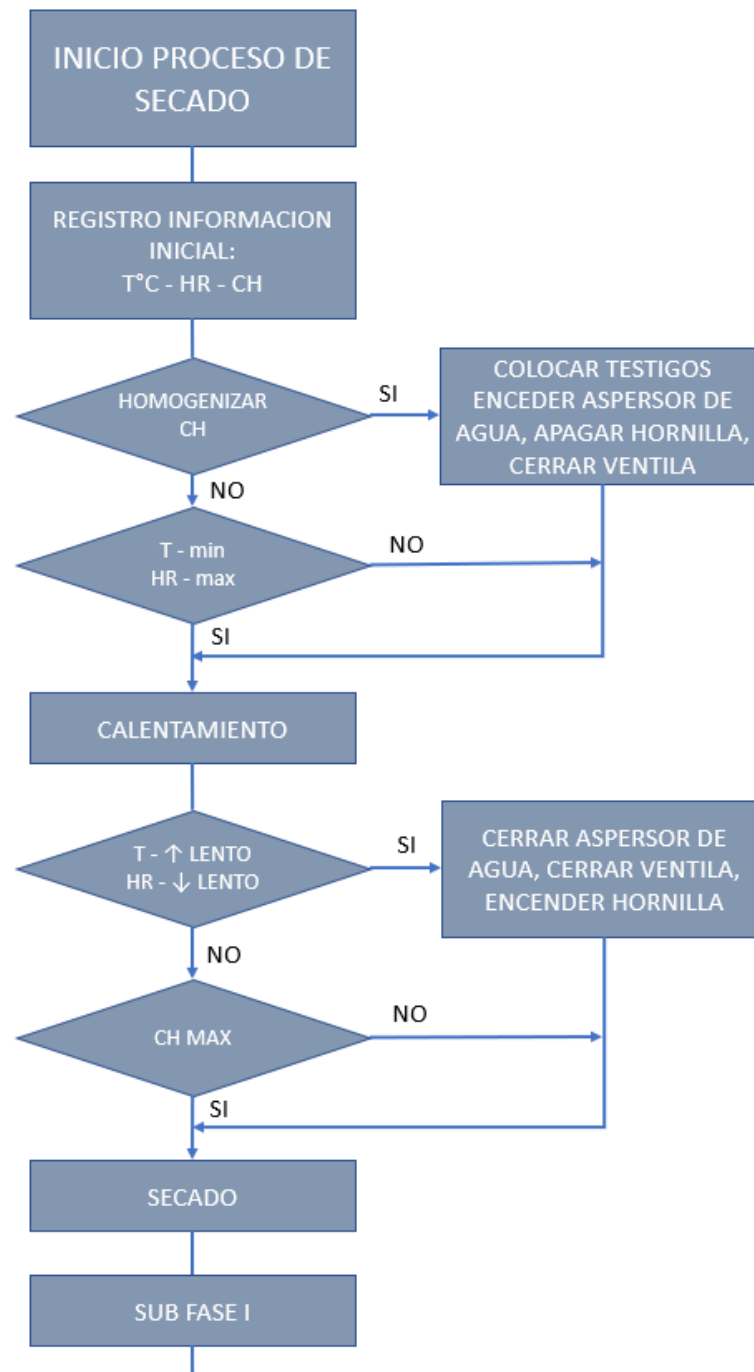
**Figura 56.** Diagrama de flujo de temperatura y humedad relativa

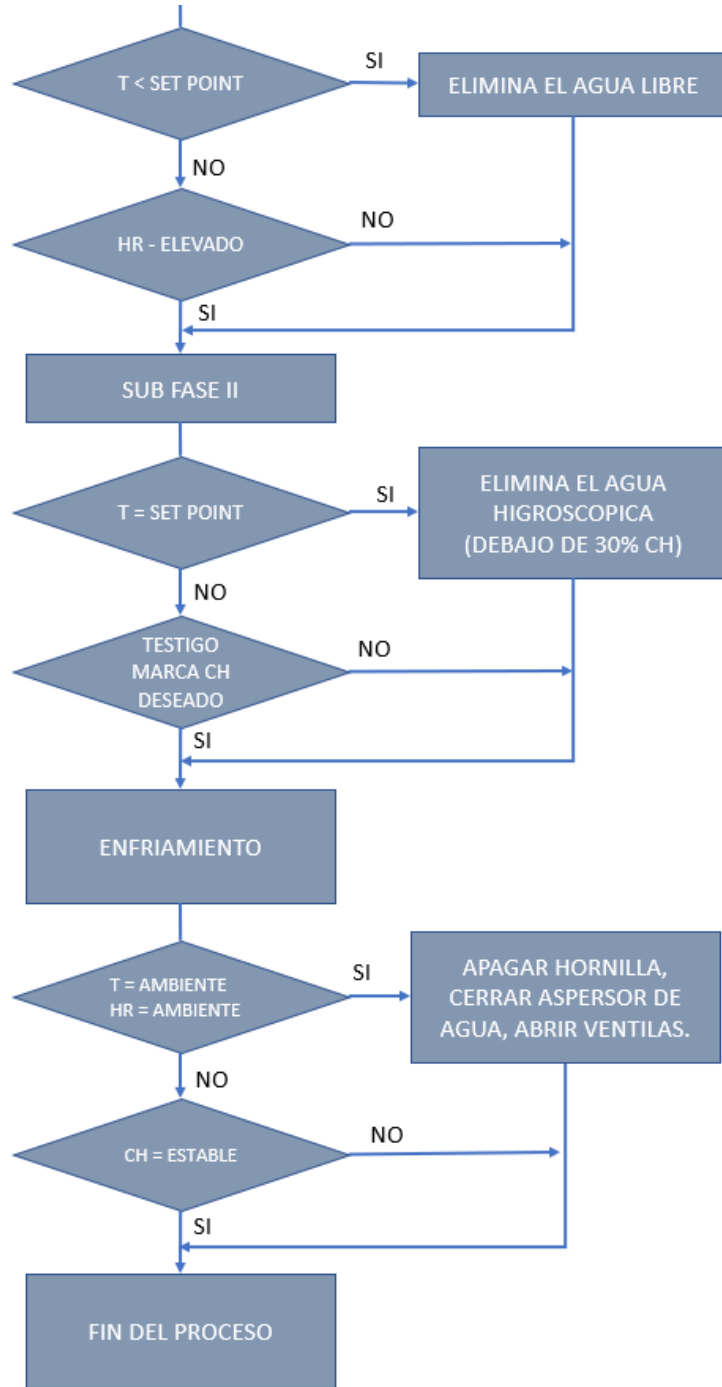
Fuente: Elaboración propio

### 5.3.2 Diagrama de flujo del proceso del secado de horno

El aire, medio de secado, absorbe por arrastre la humedad expuesta. En el secado artificial, se mantiene las condiciones climáticas constantes dentro

del horno de secado y arrastre la humedad superficial de la madera, suministrando calor y controlando la humedad relativa del aire en la cámara con el uso de ventilas, rociadores de agua y el extractor centrifugo.





**Figura 57.** Diagrama de proceso de secado de madera  
FUENTE: elaboración propio



### **5.3.3 Sistema de control de humedad relativa y temperatura**

#### **5.3.3.1 Sistema de control de humedad relativa**

En el control de humedad relativa, es necesario agregar agua al interior del horno por medio de aspersores, para ello debe tenerse en cuenta lo siguiente:

El Set Point (SP) que es el valor deseado.

Por lo tanto, el sistema recoge información del sensor de humedad relativa y compara: cuando el valor medio sea menor al valor inferior, se agregará agua hasta alcanzar el Set Point; caso contrario, cuando el valor medido este por encima del Valor Superior, abre las ventilas hasta llegar al Set Point, este control es denominado histéresis.

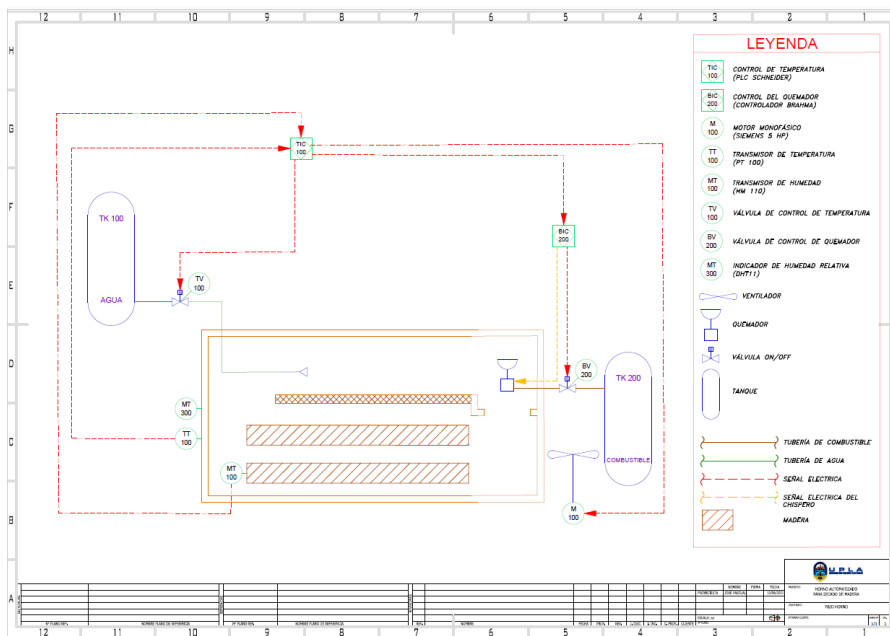
#### **5.3.3.2 Sistema de control de temperatura**

Para controlar la temperatura dentro del horno se enciende y apaga la hornilla industrial, a fin de mantener una temperatura adecuada.

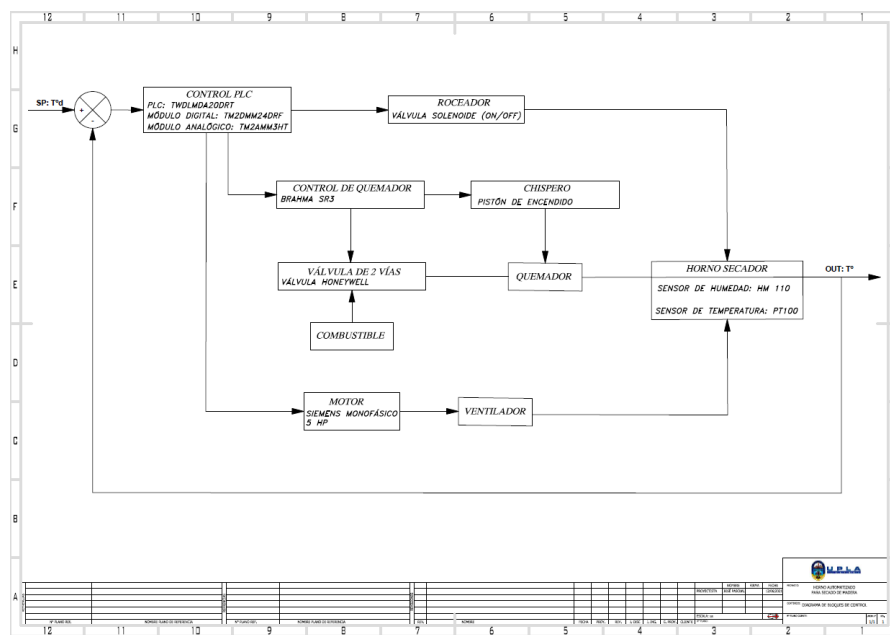
El control de temperatura posee un Set Point (SP). Cuando la temperatura sea menor al Set Point, encenderá la hornilla hasta llegar al Set Point; si la temperatura fuera mayor al Set Point se apaga la hornilla hasta llegar al Set Point, así se controlará la temperatura hasta terminar su fase de secado de madera.

#### **5.3.3.3 Diagrama de circuito de control**

En el esquema del circuito se muestra las partes principales de las series y los elementos del circuito para el control adecuado del proceso de secado de la madera.



**Figura 58.** Diagrama de automatizado de horno para secado de madera  
FUENTE: elaboración propio en Auto Cad



**Figura 59.** Diagrama de bloques de control  
FUENTE: elaboración propio en Auto Cad

### **5.3.4 Acciones previas al secado**

La eficiente realización del proceso de secado asegura un efectivo secado de la madera. En esta etapa los puntos críticos son: apilado o emparrillado y la elección de un programa adecuado de secado. El apilado porque de ello dependerá la cantidad de mermas y el óptimo secado; a continuación, se describe brevemente cada una de las acciones previas:

#### **5.3.4.1 Selección del tipo de madera a secar**

Para seleccionar el tipo de madera a procesar o secar, se tiene en cuenta la densidad o la especie de la madera que puede ser blanda, semi blanda o dura. Debido a que cada especie tiene sus propias características, distintos al resto.

Esta tarea de seleccionar, está dada por el operario quien por ahora debe realizar la elección del tipo de madera, teniendo en cuenta el color, olor, textura, etc., de ser necesario.

#### **5.3.4.2 Selección del espesor de la madera**

Para este proyecto, el espesor a utilizar será el de 1 pulgada (1”), sin que esto enerve la posibilidad de hacer otras combinaciones u otras medidas de espesor.

#### **5.3.4.3 Barrido de las tablas previo al emparrillado**

Se barren o limpian todas las tablas para eliminar restos de polvo o aserrín que cubran los poros de la madera.

#### **5.3.4.4 Emparrillado de paquetes o rumas de madera**

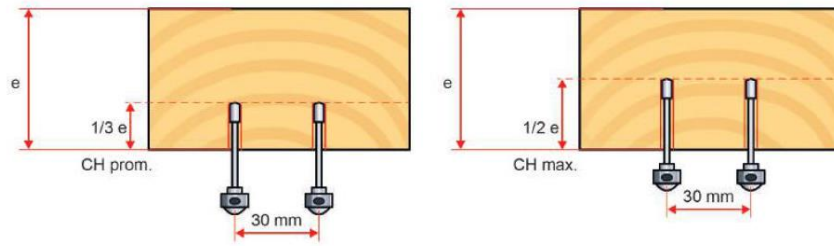
En esta operación debemos tener en cuenta la selección en función al espesor a secar y el adecuado procedimiento de armado de rumas.

- Los separadores:

- Preferentemente, deben ser de maderas no resinosas y duraderas como el tornillo
- Deben ser elaborados, con madera seca (10% de CH) y de buena calidad, libre de defectos y sin deformaciones.
- Deben tener un espesor uniforme, entre 12 mm (1/2") y 25 mm (1").
- Corte a escuadra y perfectamente cepillados.
- Pueden ser rectos y/o moldurados.
- Deben ser cambiados apenas presenten deformaciones.
- Armado de rumas:
  - Al no contar con montacarga, las rumas se armarán dentro del horno, de acuerdo con los procedimientos establecidos.
  - Las rumas deben organizarse por el espesor y longitud uniforme, en lo posible.
- Colocación de testigos

Durante la etapa de armado de las rumas se debe ubicar los clavos y sensores que serán luego conectados como testigos al controlador del horno o electrodos de medición. Estos deben ubicarse en la mitad del paquete, tanto horizontal como vertical, colocando los clavos para los testigos, en el centro horizontal y vertical de la tabla seleccionada y por la cara inferior de la misma.

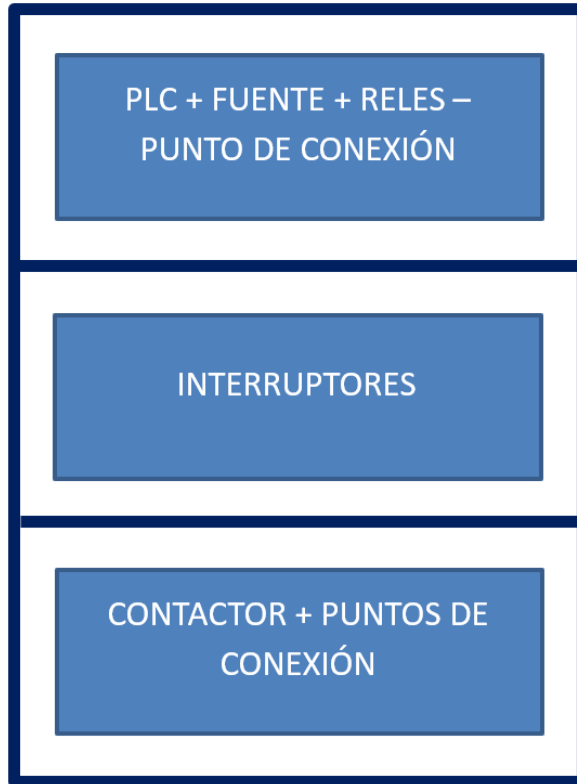
Estos electrodos o clavos con sensor, nos darán la cantidad de humedad de la madera de la madera



**Figura 60.** Colocación de testigos de control de CH de la madera  
Fuente: Guía de contenidos “Técnicas de secado de la madera”

### 5.3.5 Tablero de control y eléctrico

Los tableros eléctricos son los encargados de proteger los componentes de mando y de control del sistema eléctrico del horno industrial de secado de madera. El tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico.



**Figura 61.** Tablero de control y eléctrico  
FUENTE: elaboración propio

### **5.3.6 Estrategia de control de secado**

Consiste en conocer la temperatura que requiere la madera para disminuir su humedad, sin que se le provoque defectos, hasta obtener la humedad requerida. El microclima debe modificarse gradualmente, y cada cambio será una fase.

#### **5.1.4.3. Fases del proceso de secado**

Las fases necesarias para el proceso de secado son las siguientes:

Acondicionamiento de la madera

Se debe tener en cuenta que no todas las maderas contienen la misma CH en la madera, se debe humedecer el horno para igualar el CH de las tablas.

#### Calentamiento

Consiste en calentar la masa de la madera para dilatar los poros y hacer fácil el secado interno de la tabla.

#### Secado

Consiste en eliminar el agua de la masa de madera, salida de humedad hacia el exterior.

#### Sub-Fase 1

Eliminar el agua libre, salida de vapor.

#### Sub-Fase 2

Eliminar el agua higroscópica (menor a 30% de ch).

A pesar que el aire caliente circula casi en forma homogénea a través de todas las piezas de madera, algunas de ellas secan más rápido o lento que otras y simplemente su grado de humedad inicial era distinto a la de las demás. Por eso, la fase de igualación es muy útil para homogenizar el CH final de la carga, es así que se aumenta la humedad relativa de la cámara encendiendo los aspersores de agua.

#### Acondicionamiento Final

Obtenida la humedad final deseada en el centro de la madera o en el tercio de su espesor, también se obtendrá una humedad mucho menor en su superficie.

#### Enfriamiento

Esta fase es la última en el proceso de secado y a la inversa de la calefacción se requiere llegar a una temperatura cercana a la temperatura ambiente, a fin que la madera no sufra por un cambio de clima cuando es extraída de la cámara.

### **5.3.7 Programa de secado de madera tornillo**

Especie: *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

Familia Fabaceae-Mimosoideae

Nombres comunes

Perú: familia, huayra caspi, cedrorana.

Colombia: achapo. Ecuador: seique.

Brasil: cedrorana.

Nombre comercial internacional: Tornillo

- Características de la madera
  - Color: El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color rosado y las capas internas (duramen) de color rojizo claro y de forma regular, observándose entre ambas capas un gradual contraste de color. En la madera seca al aire la albura se toma de color rosado HUE 7/4 5YR y el duramen marrón rojizo HUE 5/4 5YR. (Munsell Soil Color Charts).
  - Olor Distintivo, urticante al aserrarse.
  - Lustre o brillo Moderado a brillante.
  - Grano Entrecruzado.
  - Textura Gruesa.



- Veteado o figura: Poco definido en el corte tangencial, arcos superpuestos ligeramente diferenciados con líneas vasculares oscuras pronunciadas y en el corte radial bandas angostas, paralelas, satinadas.
- Características tecnológicas
  - Propiedades Físicas
    - Densidad básica 0.45 g/cm<sup>3</sup>
    - Contracción tangencial 3.00 %
    - Contracción radial 1.00 %
    - Contracción volumétrica 3.90 %
    - Relación T/R 2.2.
  - Propiedades Mecánicas
    - Módulo de elasticidad en flexión 99,000 kg/cm<sup>2</sup>
    - Módulo de rotura en flexión 693.00 kg/cm<sup>2</sup>
    - Compresión paralela (RM) 413.00 kg/CM<sup>2</sup>
    - Compresión perpendicular (ELP) 66.00 kg/CM<sup>2</sup>
    - Corte paralelo a las fibras 87.00 kg/CM<sup>2</sup>
    - Dureza en los lados 373.00 kg/cm<sup>2</sup>
    - Tenacidad (resistencia al choque) 2.88 kg-m

#### Recomendaciones técnicas

El Tornillo es una madera medianamente pesada, presenta contracciones lineales media y contracción volumétrica estable. La resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media. La madera, es moderadamente

fácil de aserrar por su media resistencia mecánica. Presenta buena trabajabilidad y acabado apropiado para la producción de piezas estructurales para construcción de viviendas, puertas y ventanas. Seca en forma rápida, puede soportar horario fuerte en secado artificial demorando aproximadamente 55 horas, es estable con bajo riesgo de alabeo. La albura es susceptible al ataque biológico, las piezas con albura requieren ser preservada por sistema de vacío presión; el duramen es resistente y por ello las piezas enteramente de duramen no requieren de preservación.

### 5.3.7.1 Condiciones iniciales

Las condiciones iniciales vienen **dadas** por las condiciones climáticas del medio ambiente y el horno.

CHE%	HORAS	CH%	HR%	T°C
12.4%	0	33%	82%	15

La temperatura, es el promedio del máximo y mínimo, dentro de un parámetro de tiempo, 10:00 (10°C) horas hasta 14:00 (20°C) horas, que vendría ser el mas soleado y medianamente mínimo. Por lo tanto, se opta por una temperatura de 15°C.

La Humedad Relativa HR, viene dado por el 82%, debió a que se registro la HR de un ambiente cerrado metálico, que se asemejaría a un horno.

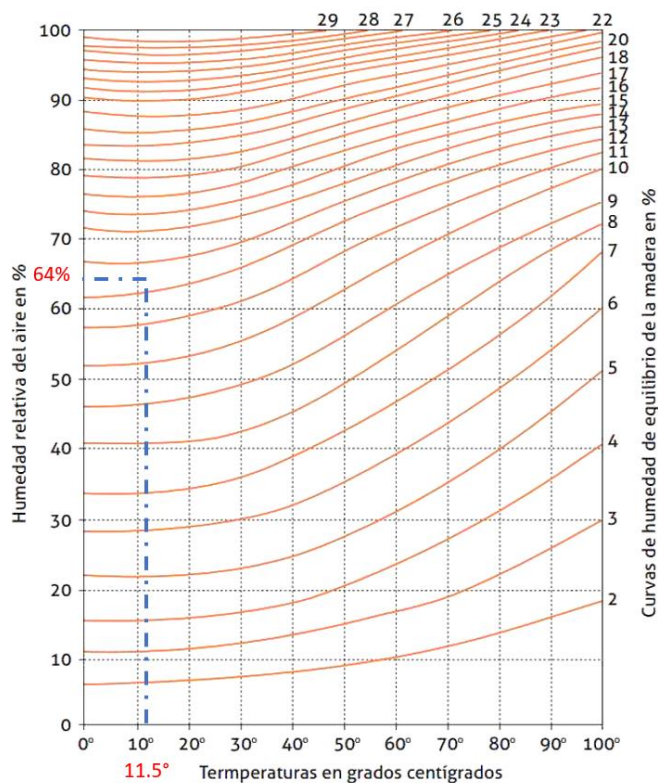
El CH, es la medición al CH de las maderas al inicio del proceso de secado, es decir sin que haya tenido perdida de humedad por acción de la temperatura ambiente u otro. Siendo esta 33% de CH de la madera.

Horas al inicio, no habiendo transcurrido ningún minuto se considera cero (0).

El CH de Equilibrio, como ya se dijo, viene dada por la siguiente relación:

HR máxima = 82%	T°C máxima = 20°C
HR mínima = 46%	T°C mínimo = 3°C
HR promedio = $(82\%+46\%)/2 = 64\%$	T°C promedio = $(20+3)/2 = 11.5^\circ\text{C}$

Ubicamos dentro del cuadro de determinación de Contenido Humedad de Equilibrio



**Figura 62.** Curva de Humedad de equilibrio de la madera

FUENTE: elaboración propio

Se determina que el CH de Equilibrio CHE es de 12.4%, por lo que el CH final de la madera puede tener un parámetro entre 12 – 12.9%, debido a la inestabilidad de la humedad relativa ambiental.

**Tabla 6.** Programa de secado, madera tornillo

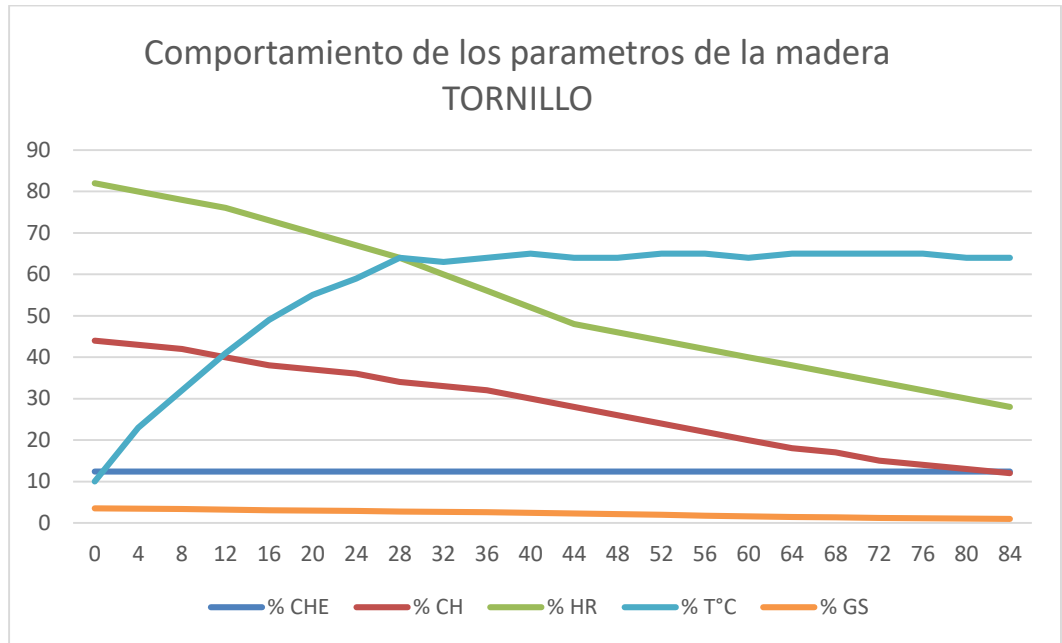
HORAS	CHE	HORAS	CH	HR	T°C	GS
0	12.4%	0	44%	82%	15	3.55
4	12.4%	4	43%	82%	25	3.47
8	12.4%	8	42%	74%	30	3.39
12	12.4%	12	40%	72%	35	3.23
16	12.4%	16	38%	64%	40	3.06
20	12.4%	20	37%	62%	50	2.98
24	12.4%	24	36%	58%	55	2.90
28	12.4%	28	34%	58%	60	2.74
32	12.4%	32	33%	56%	65	2.66
36	12.4%	36	32%	53%	65	2.58
40	12.4%	40	30%	50%	65	2.42
44	12.4%	44	28%	48%	65	2.26
48	12.4%	48	26%	44%	65	2.10
52	12.4%	52	24%	42%	65	1.94
56	12.4%	56	22%	41%	65	1.77
60	12.4%	60	20%	39%	65	1.61
64	12.4%	64	18%	38%	65	1.45
68	12.4%	68	17%	38%	65	1.37
72	12.4%	72	15%	38%	65	1.21
76	12.4%	76	14%	34%	65	1.13
80	12.4%	80	13%	34%	65	1.05
84	12.4%	84	12%	29%	65	0.97

FUENTE: elaboración propio

En la tabla 6, se puede observar el CH para todas las etapas del proceso de secado, donde empezamos con un CH de inicial del 44%, con una etapa de calentamiento de 16 horas.

De la siguiente etapa, se ha reducido la humedad de la madera de 44% a 38%, con una temperatura de 40°C. seguidamente, hasta la obtención del Set Point el CH se ha reducido hasta 33%, así también la HR de 58%.

Al final del proceso obtuvimos el CH de 12%, una HR final de 29% en 84 horas de proceso.



**Figura 63.** Comportamiento de los parámetros de la madera tornillo  
 FUENTE: elaboración propio.

En la figura 62, observamos el comportamiento de los parámetros de secado de los factores (Temperatura, Humedad Relativa, Temperatura, CH y Gradiente de secado).

## **Anexo 13. Modelamiento del diseño automatizado de horno de Secado de Madera**

### **5.4 Modelamiento y Simulación**

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) es un software que proporciona un potente entorno de desarrollo y diseño de sistemas con lenguaje visual gráfico de aplicaciones de Ingeniería de adquisición de datos, análisis de medidas y presentación de datos gracias a un lenguaje de programación sin la complejidad de otras herramientas de desarrollo.

El programa cuenta con las siguientes características:

- Intuitivo lenguaje de programación
- Herramientas de desarrollo y librerías de alto nivel específicas para aplicaciones.
- Cientos de funciones para E/S, control, análisis y presentación de datos.
- Posibilidad de crear aplicaciones de medida genéricas sin programación.
- Depuración grafica integrada y control del código fuente.
- Miles de programas de ejemplo, tanto en el software como por web.
- Ayuda contextual integrada y extensos tutoriales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.

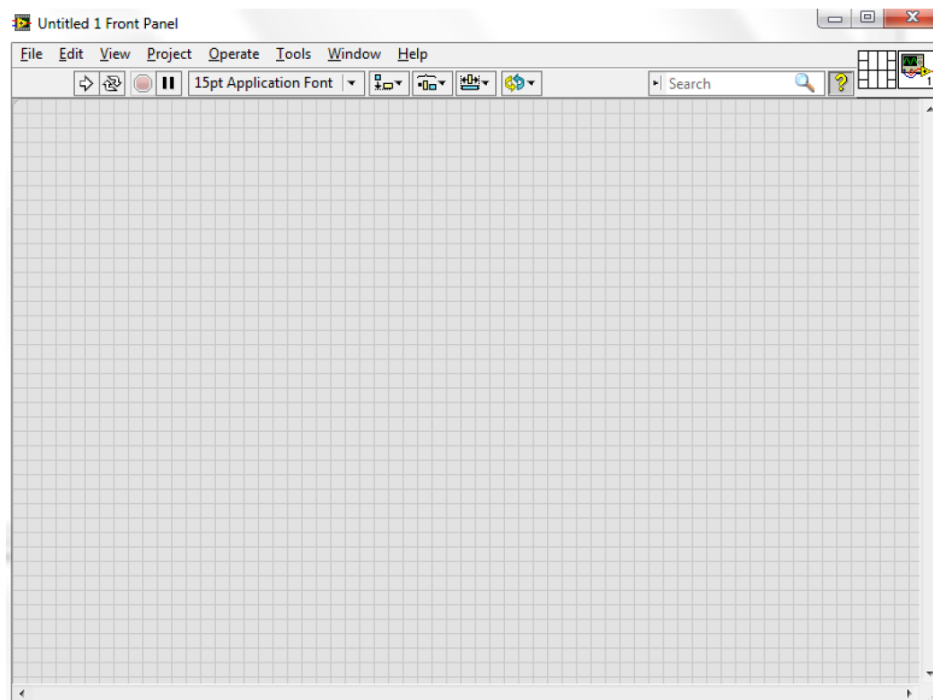
#### **5.4.1 Funciones de LabVIEW**

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan *Instrumentos Virtuales (VIs)*, porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo, son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los VIs tienen

una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs. Las funciones son:

- Panel frontal

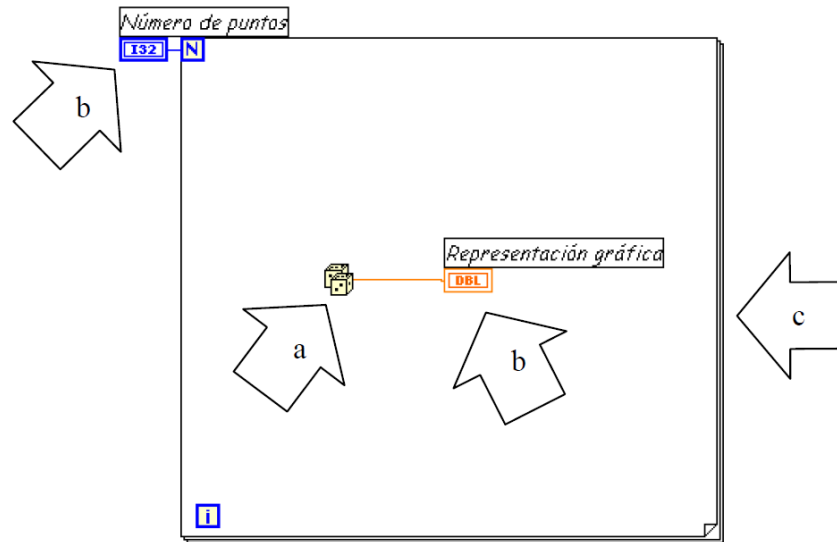
Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc. Cada uno de ellos puede estar definido como un control (a) o un indicador (b). Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.



**Figura 64.** Panel frontal del programa de LabVIEW

Fuente: Programa LabVIEW

- Diagrama de bloques



**Figura 65.** Diagrama de bloques LabVIEW

Fuente: Programa LabVIEW

- a. Función.
- b. Terminales (control e indicador)
- c. Estructura

- Paletas

Las *paletas* de LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el *panel frontal* como el *diagrama de bloques*. Existen las siguientes paletas:

- a. Paleta de herramientas (Tools palette)
- b. Paleta de controles (Controls palette)
- c. Paleta de funciones (functions palette)

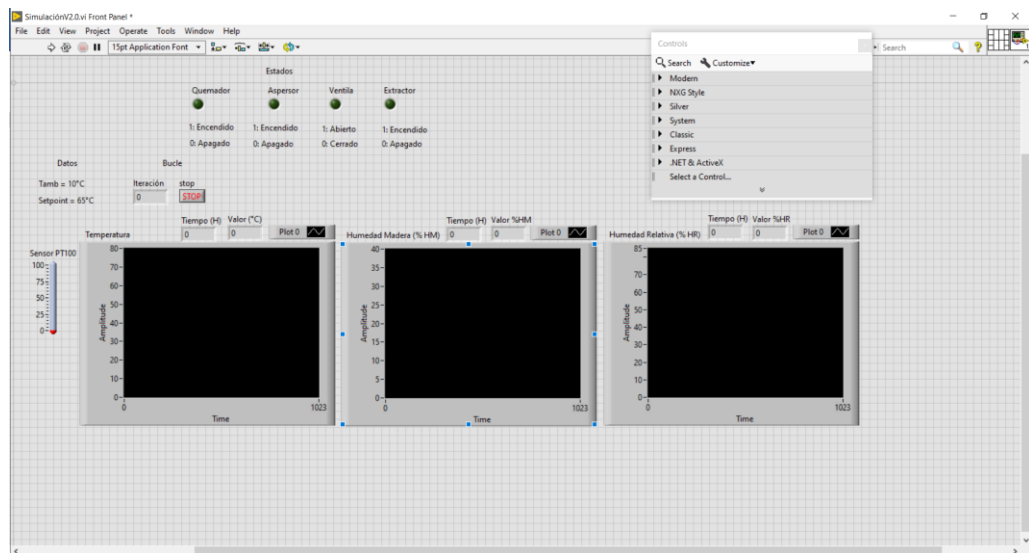
#### 5.4.2 Modelamiento de los parámetros o factores del secado de madera en el programa LabVIEW

Con el entorno gráfico de programación de LabVIEW se comienza a programar a partir del panel frontal.



En primer lugar, se definirán y seleccionarán de la paleta de controles todos los controles (entradas que dará el usuario) e indicadores (salidas que presentará en pantalla) que se emplearán para introducir los datos por parte del usuario y presentar en pantalla los resultados.

Una vez colocados en la ventana correspondiente al panel frontal todos los objetos necesarios, debe pasarse a la ventana Diagram (menú Windows > Show Diagram), que es donde se realiza la programación propiamente dicha (diagrama de bloques). Al abrir esta ventana, en ella se encuentran los terminales correspondientes a los objetos situados en el panel frontal, dispuestos automáticamente por LabVIEW.



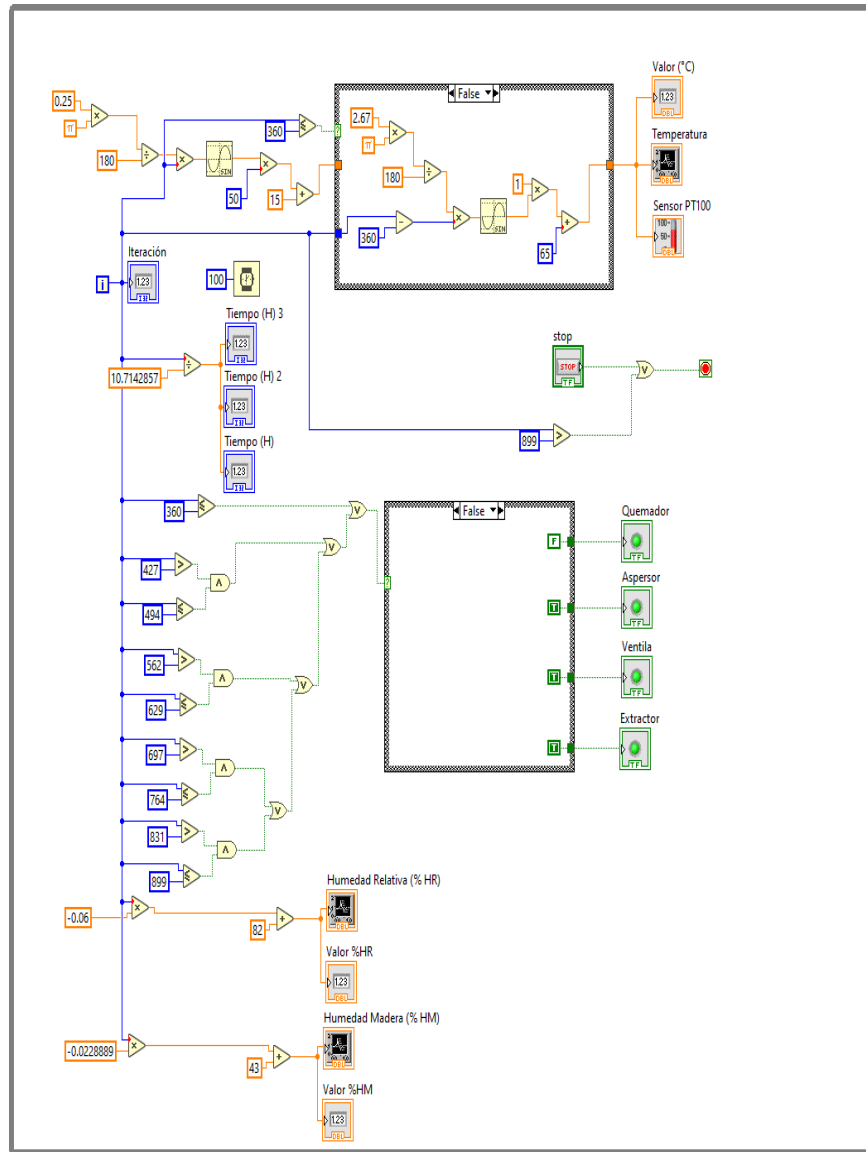
**Figura 66.** Panel frontal del desarrollo del programa LabVIEW para secado de madera.

FUENTE: elaboración propio

Se deben ir situando las funciones, estructuras, etc. que se requieran para el desarrollo del programa, las cuales se unen a los terminales mediante cables.

En el diagrama de bloques se irán ingresando los parámetros para el secado de madera. Para facilitar la tarea de conexión de todos los terminales, en el menú "Help" puede elegirse la opción "Show Help", con lo que al colocar el cursor del ratón sobre un elemento aparece una ventana con información relativa a éste (parámetros de entrada y salida).

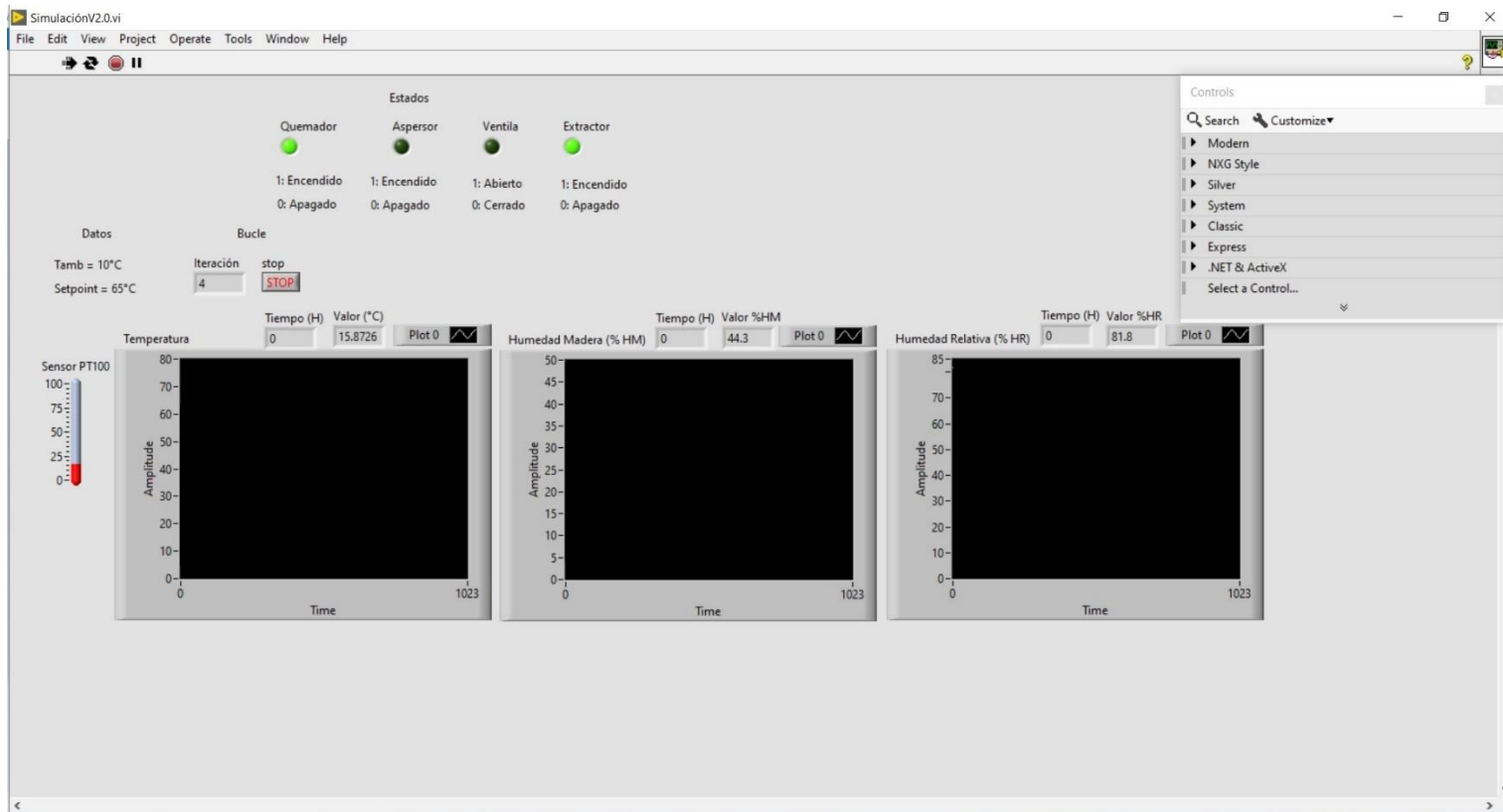
Además, si se tiene seleccionado el cursor de cableado, al situar este sobre un elemento se muestran los terminales de forma intermitente.



**Figura 67.** Diagrama de bloques de LabVIEW, para secado de madera

FUENTE: elaboración propio

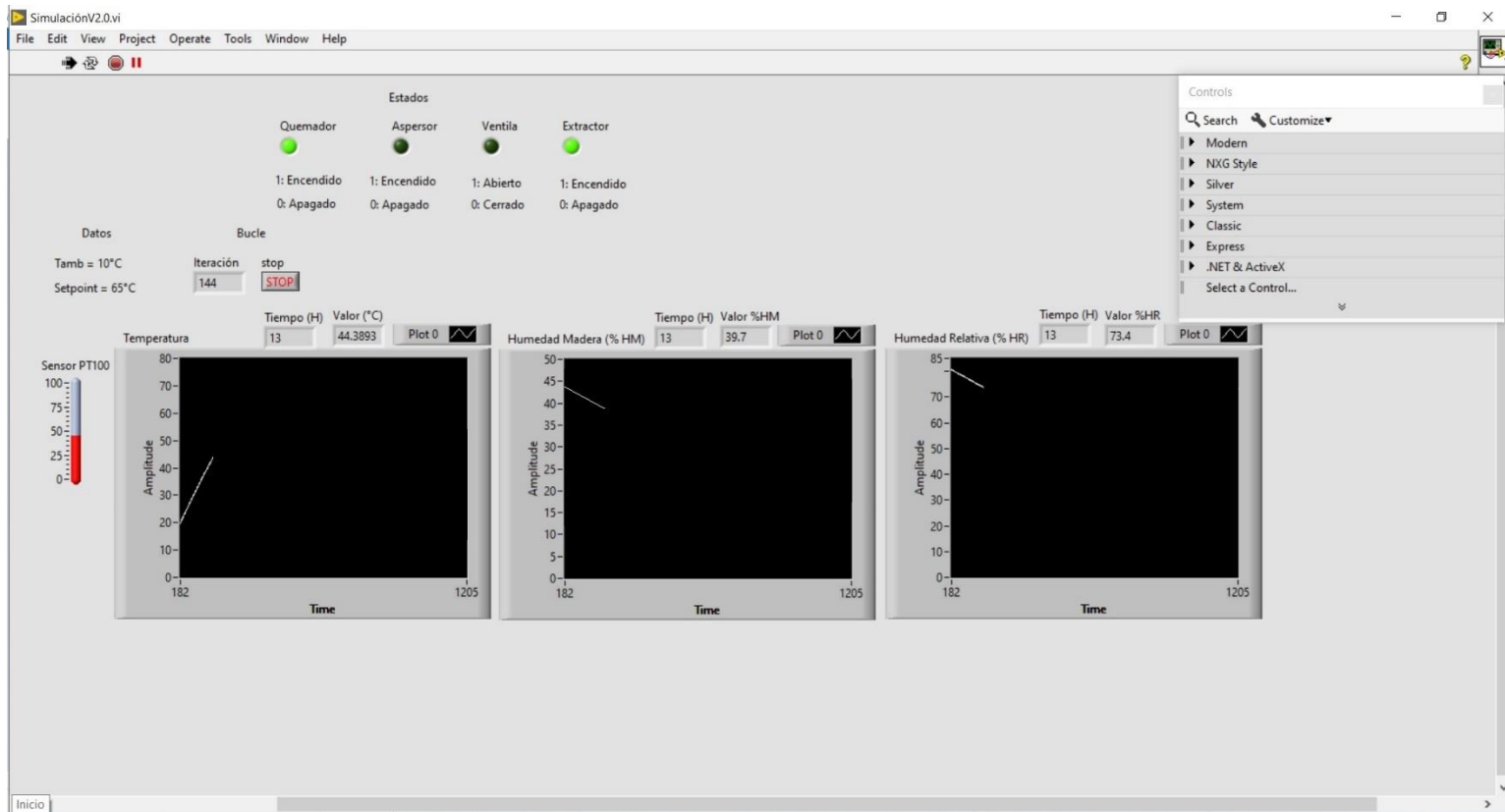
En la figura 66, se ingresan los datos y parámetros de programación para el modelamiento del secado de madera, teniendo en cuenta cada uno de los parámetros como son, temperatura °C, Humedad Relativa, CH de la Madera Tornillo, etc.



**Figura 68.** Inicio de la simulación en LabVIEW de proceso de secado de madera

FUENTE: elaboración propio

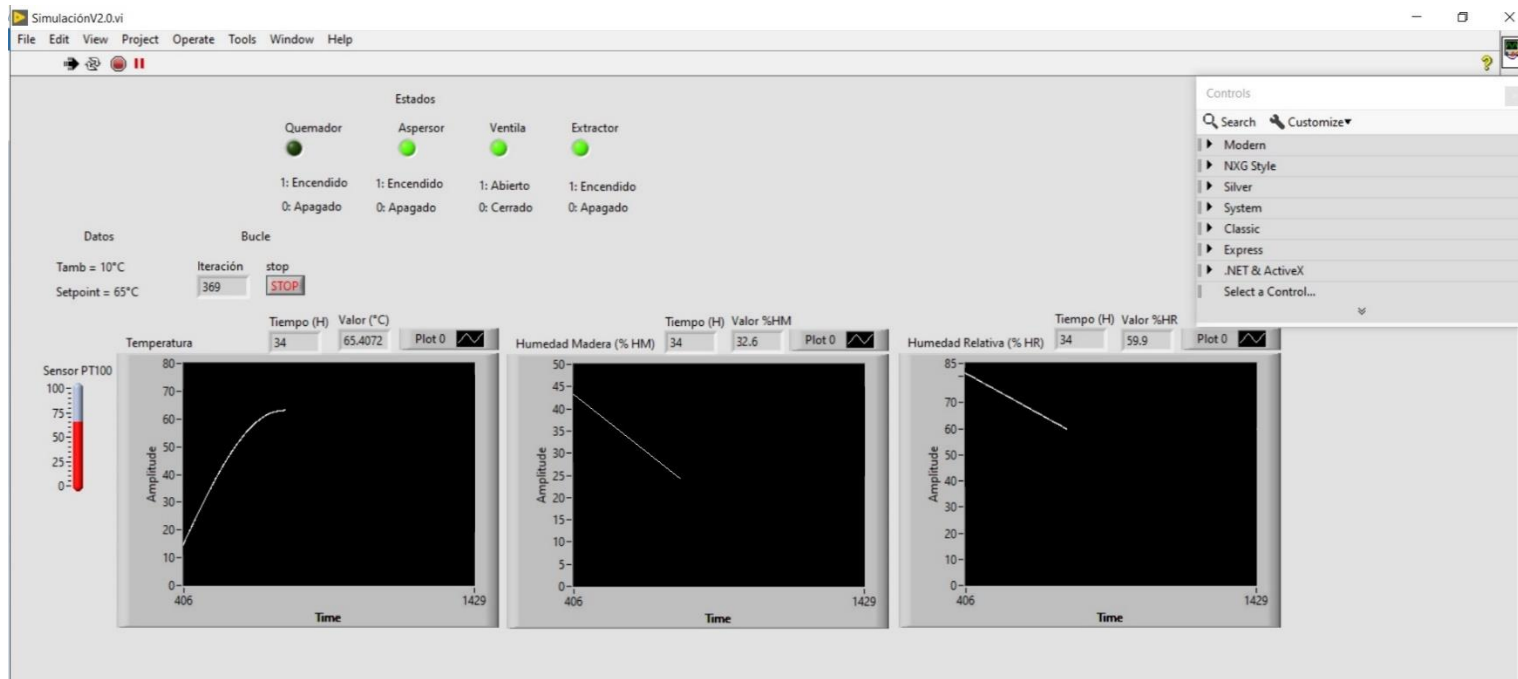
En la figura 67, podemos observar que el sistema inició con una temperatura 15°C, CH 44.3% y una Humedad Relativa de 81.8%; asimismo, se evidencia que los “estados” de la hornilla o quemador, aspersor, ventila y extractor están: encendido, apagado, cerrado y encendido respectivamente.



**Figura 69.** Simulación en LabVIEW del proceso de secado de madera, cambio de estados

FUENTE: elaboración propio

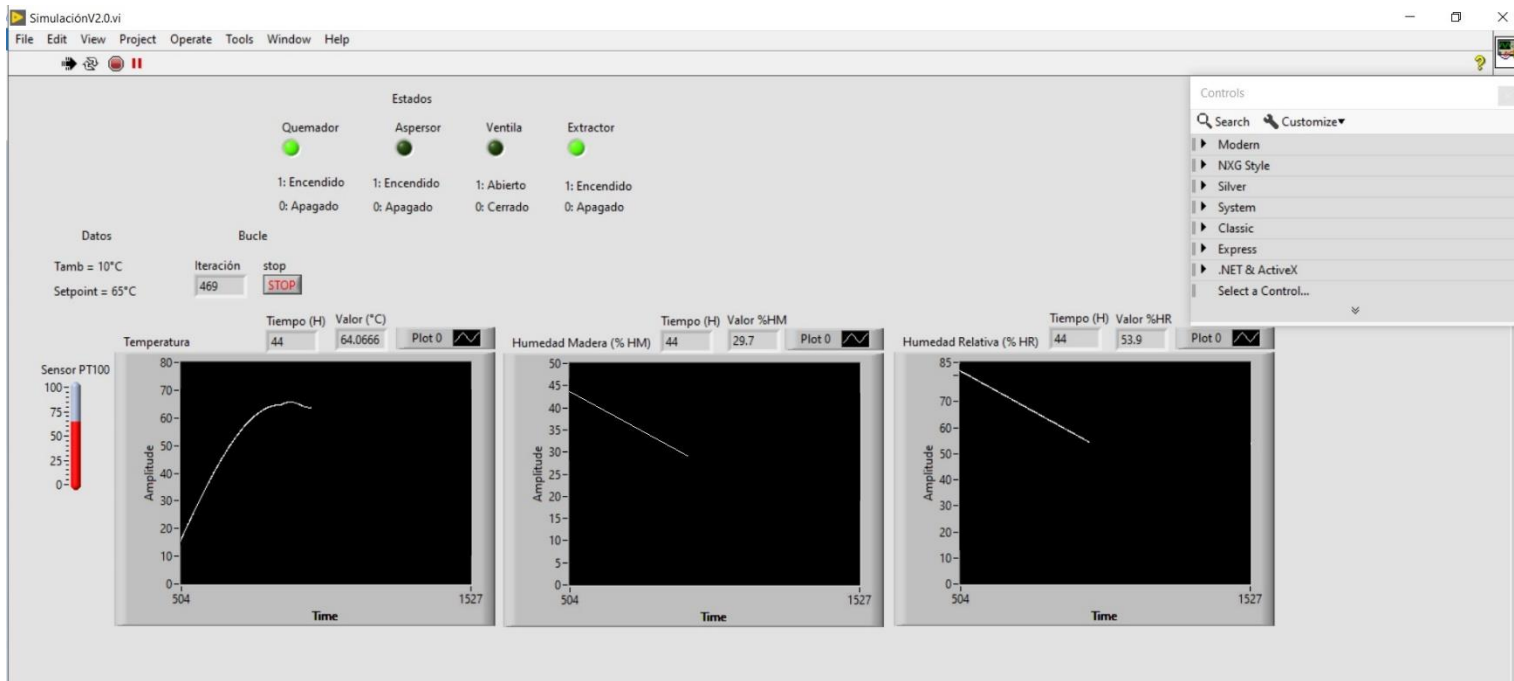
En la figura 68, podemos observar que el sistema se encuentra en proceso de secado, con una temperatura 44°C, CH 39.7% y una Humedad Relativa de 73.4%; asimismo, se evidencia que los “estados” de la hornilla o quemador, aspersor, ventila y extractor están: encendido, apagado, cerrado y encendido respectivamente.



**Figura 70.** Simulación en LabVIEW del proceso de secado de madera, cambio de estados

FUENTE: elaboración propio

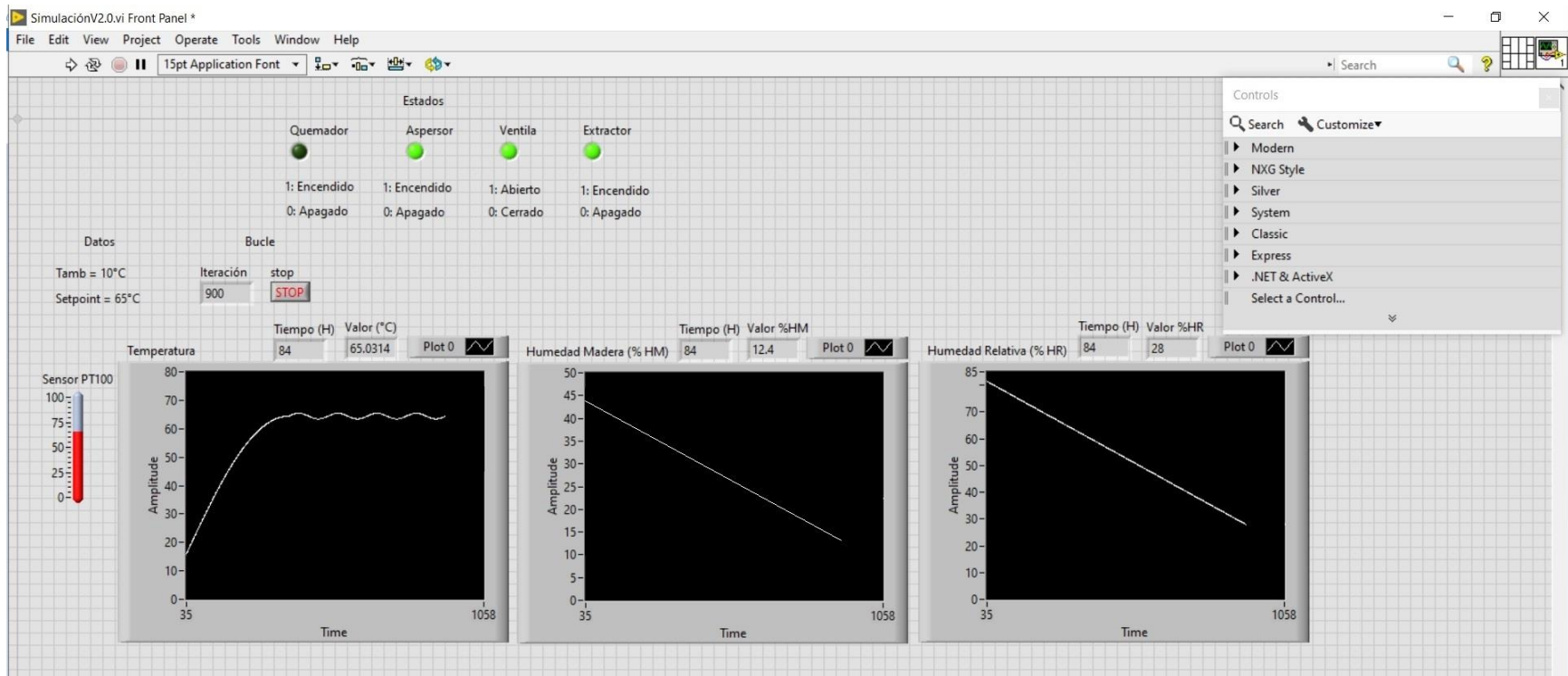
En la figura 69, podemos observar que el sistema se encuentra en proceso de secado, con una temperatura 65.4°C, CH 32.6% y una Humedad Relativa de 59.9%; asimismo, se evidencia que los “estados” de la hornilla o quemador, aspersor, ventila y extractor están: apagado, encendido, abierto y encendido respectivamente; por lo que se demuestra que la función de quemador, aspersor y ventila están trabajando para hacer que la temperatura del horno llegue al Set Point.



**Figura 71.** Simulación en LabVIEW del proceso de secado de madera

FUENTE: elaboración propio

En la figura 70, podemos observar que el sistema se encuentra en proceso de secado, con una temperatura 64.06°C, CH 29.7% y una Humedad Relativa de 53.9%; asimismo, se evidencia que los “estados” de la hornilla o quemador, aspersor, ventila y extractor están: encendido, apagado, cerrado y encendido respectivamente; por lo que se demuestra que la función de quemador, aspersor y ventila están trabajando para hacer que la temperatura del horno llegue al Set Point.



**Figura 72.** Inicio de la simulación en LabVIEW de proceso de secado de madera

FUENTE: elaboración propio

En la figura 70, podemos observar que el sistema ha finalizado el proceso de secado de madera, con una temperatura 65.03°C, CH 12.4% y una Humedad Relativa de 28%; concluyendo de esta manera, y obteniendo los resultados deseados.



WOOD DRYING PROGRAM.SimulaciónV2.0

---

	ENTRY	OUTSIDE
Temperature °C	15	65.0
RH	82	28.0
Wood Humidity	44.3	12.5
Time	-	84.2

**Figura 73.** Resultados de la simulación de secado de madera tornillo

FUENTE: elaboración propio

## Anexo 14. Hoja de características del CPU Modular TWDLMDA20DRT

### Hoja de características del producto

Características

### TWDLMDA20DRT

CPU modular Twido 24 V - 12 E 24 V DC - 8 S  
estadosólido e relé



#### Estado comercial

Descatalogado desde el: 31 diciembre 2016

Puesta fuera de servicio próximamente el: 31 diciembre 2021

No se fabrica

#### Principal

Gama de producto	Twido
Tipo de producto o componente	Controlador base modular
Número de E/S digitales	20
Número de entrada digital	12
Lógica de entrada digital	Fregadero o fuente
Tensión de entrada digital	24 V
Tipo de voltaje entrada discreto	CC
Número de salidas discretas	2 para transistor - tipo de cable: fuente) 6 para relé
[Us] Tensión nominal de alimentación	24 V DC
Maximum number of I/O expansion module	7
Ranuras libres	2
Uso de la ranura	Cartucho memoria 32 K o 64 K y 1 reloj en tiempo real

#### Complementario

Límites de tensión de entrada	20.4...26.4 V
Corriente de entrada discreta	5 mA para I0.0 a I0.1 5 mA para I0.6 a I0.7 7 mA para I0.2 a I0.5 7 mA para I0.8 a I0.11
Tapa de conexiones trasero	4700 Ohm para I0.2 a I0.5 4700 Ohm para I0.8 a I0.11 5700 Ohm para I0.0 a I0.1 5700 Ohm para I0.6 a I0.7
Cable troncal	150 µs para I0.2 a I0.5 en estado 0 150 µs para I0.8 a I0.11 en estado 0 35 µs para I0.0 a I0.1 en estado 1 35 µs para I0.6 a I0.7 en estado 1 40 µs para I0.2 a I0.5 en estado 1 40 µs para I0.8 a I0.11 en estado 1 45 µs para I0.0 a I0.1 en estado 0 45 µs para I0.6 a I0.7 en estado 0
Aislamiento entre canal y lógica interna	1500 Vrms para 1 minuto
Resistencia de aislamiento entre canal	Ninguno

04-JUL-2021

Life is On | Schneider Electric

1

Atención: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

Tensión de salida digital	24 V
Límites de tensión de salida	20.4...28.8 V
Fijación	2 A para salida del relé 0,36 A para salida transistor
Elevación	1 A para salida transistor 8 A para salida del relé
Tiempo respuesta	5 µs para Q0,0 a Q0,1 en estado 0 5 µs para Q0,0 a Q0,1 en estado 1
[Ures] tensión residual	1 V en estado 1
Maximum leakage current	0,1 mA
Protección contra sobreintensidad	39 V
Maximum tungsten load	8 W
Corriente de sobretensión	5 A para salida del relé
Corriente de salida digital	300 mA
Carga mínima	0,1 mA
Resistencia de los contactos	40000 µOhm
2 abrazaderas	2 A en 240 V CA inductivo cables para , ritmo funcion <30 ciclos/mn para salida del relé 2 A en 240 V CA resistivo cables para , ritmo funcion <30 ciclos/mn para salida del relé 2 A en 30 V CC inductivo cables para , ritmo funcion <30 ciclos/mn para salida del relé 2 A en 30 V CC resistivo cables para , ritmo funcion <30 ciclos/mn para salida del relé
Durabilidad mecánica	20000000 ciclos para salida del relé
Durabilidad eléctrica	100000 ciclos para salida del relé
Consumo de corriente	30 mA en 5 V DC en estado 1 40 mA en 24 V DC en estado 1 5 mA en 5 V DC en estado 0
Conexión de E/S	Bornero de tornillo extraíble
Refuerzo kit	132 bornero de tornillo extraíble con módulo de expansión de E/S 188 bornero de resorte con módulo de expansión de E/S 244 conector HE-10 con módulo de expansión de E/S
Límites tensión alimentación	20,4...26,4 V
Tipo de protección	Protección de alimentac. por fusible interno
Consumo de energía en W	19 W base + 4 módulo expansión
Corriente de entrada	1 A para salida transistor 50 A para alimentación
Resistencia de aislamiento	> 10 MOhm at 500 V, between I/O and earth terminals > 10 MOhm at 500 V, between supply and earth terminals
Memoria de programa	3000 instrucciones 6000 instrucciones con cartucho de memoria de 64 K
Hora exacta para 1 Kinstruction	1 ms
Línea aérea del sistema	0,5 ms
Descripción de memoria	RAM interna, 128 contadores, no flotantes, no trigonométrico RAM interna, 128 temporizadores, no flotantes, no trigonométrico RAM interna, 256 bits internos, no flotantes, no trigonométricos RAM interna, 3000 palabras internas, no flotantes, no trigonométrico RAM interna, palabras dobles, no flotantes, no trigonométrico RAM interna, flotante, trigonométrico
Tipo de batería	Litio batería para RAM interna, autonomía: 30 días, tiempo carga = 15 H, vida batería = 10 yr
Tipo de conexión integrada	Alimentación Enlace serie sin aislar mini DIN, Modbus/character mode maestro/esclavo RTU/ASCII - tipo de cable: RS485) dúplex med., 38.4 kbit/s
Número de entrada de conteo	2 entrada conteo(s) en 20000 Hz 32 bits 2 entrada conteo(s) en 5000 Hz 16 bits
Funciones de posicionamiento	PWM/PLS 2 canal(es) en 7 kHz
Número de entrada analógica	1
Rango de entrada analógica	0...10 V
Resolución de entrada analógica	9 bits
Impedancia de entrada	100000 Ohm
Función complementaria	Procesamiento de evento PID

Puntos de ajuste analógicos	1 punto ajustable de 0 a 1.023
LED de estado	ERR, estado 1 1 LED STAT, estado 1 1 LED PWR, estado 1 1 LED - tipo de cable: verde) 1 LED (green)RUN Estado E/S, estado 1 1 LED por canal
Anchura global cad	48 mm
Altura global cad	95 mm
Profundidad global cad	70 mm
Descripción terminales ISO n°4	(6)IN_DIS#6 (5)IN_DIS#5 (2)IN_DIS#2 (3)IN_DIS#3 TB_1 (9)IN_DIS#9 ALT (11)IN_DIS#11 (10)IN_DIS#10 (8)IN_DIS#8 (COM)COM_NEG#0-11 (7)IN_DIS#7 (0)IN_DIS#0 (4)IN_DIS#4 (1)IN_DIS#1
Descripción terminales autómatas n°2	(11)IN_DIS#11 (5)IN_DIS#5 (4)IN_DIS#4 ALT_1 (1)IN_DIS#1 (2)IN_DIS#2 (9)IN_DIS#9 (7)IN_DIS#7 (6)IN_DIS#6 (8)IN_DIS#8 (10)IN_DIS#10 TB_1 (0)IN_DIS#0 (3)IN_DIS#3 (COM)COM_POS#0-11
Descripción terminales autómatas n°3	(3)OUT_DIS#3 (1)OUT_DIS#1 (V-)PW_NEG TB_2 (4)OUT_DIS#4 (COM0)COM0_POS#0-1 (5)OUT_DIS#5 (7)OUT_DIS#7 (6)OUT_DIS#6 (0)OUT_DIS#0 (COM1)COM1#2-4 (2)OUT_DIS#2 (NC)UNUSED (COM2)COM2#5-6 (COM3)COM3#7
Peso del producto	0,185 kg
<b>Entorno</b>	
Inmunidad a microcortes	10 ms
Fuerza dieléctrica	1500 V for 1 minute, between I/O and earth terminals 500 V for 1 minute, between supply and earth terminals
Certificaciones de producto	UL CSA
Marcado	CE
Temperatura ambiente de almacenamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	0...55 °C
Humedad relativa	30...95 % sin condensación

**Figura 74.** Hoja de características del CPU Modular TWDLMDA20DRT

**Fuente:** SCHNEIDER Electric WEB

## Anexo 15. Ficha técnica del controlador lógico modular TM2DMM24DRF

### Ficha técnica del producto Características

### TM2DMM24DRF

módulo E/S discretas M238 - 16 entradas 24 V  
CC - 8 relés de salida - bornero



### Situación comercial

Discontinuado el: 28 junio 2019

Fuera de servicio próximamente el: 30 junio 2024

**!** No disponible.  
Contacte a su vendedor.

### Principal

Gama de producto	Controlador lógico Modicon M238
Tipo de producto o componente	Módulo E/S discreta
Número de entrada digital	16
Tensión de entrada digital	24 V
Tipo de voltaje entrada discreto	CC
Número de salida digital	8
Tipo de salida digital	Relé

### Complementario

Compatibilidad de gama	Twido Advantys OTB
Límites de tensión de entrada	20.4...28.8 V
Lógica de entrada digital	Fregadero o fuente
Corriente de entrada discreta	7 mA
Impedancia de entrada	3.4 kOhm
Función de salida digital	1 NA
Corriente por canal	2 A
Maximum current per output common	7 A
Número de punto común	2 para salida 1 para entrada
Resistencia de los contactos	45 mOhm
Tiempo respuesta	<= 10 ms from state 0 to state 1 for output <= 5 ms de estado 1 a estado 0 para salida 4 ms en estado 0 para entrada 4 ms en estado 1 para entrada
Corriente mínima de conmutación	0.1 mA at 0.1 V DC
1-clips en apoyo	None

04/07/2021

Life is On | Schneider  
Electric

1

Desarrollo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Alimentación universal bloque de alimentación	2300 V durante 1 minuto (salida) 500 V durante 1 minuto (entrada)
Voltaje de toma-off	1500 V durante 1 minuto
Puerta peatonal incorporada sin formato	1500 V for 1 minute
Durabilidad mecánica	20000000 ciclos
Durabilidad eléctrica	100000 cycles 0.5 A AC-15 240 V AC cos phi = 0.35 inductive 100000 cycles 1 A AC-15 240 V AC cos phi = 0.7 inductive 100000 cycles 1 A DC-13 24 V DC inductive (L/R = 7 ms) 100000 cycles 2 A 240 V AC resistive 100000 cycles 2 A 30 V DC resistive
Consumo de corriente	45 mA en 24 V DC en estado 1 para todas las entradas/salidas 65 mA en 5 V DC en estado 1 para todas las entradas/salidas
Señalizaciones en local	1 display block
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	1 bornero de resorte
Soporte de montaje	Caril DIN simétrico de 35 mm
Peso neto	0,14 kg

### Entorno

Profundidad	70 mm
Altura	90 mm
Anchura	42,9 mm

### Packing Units

Paquete 1 Peso	0,230 kg
Paquete 1 Altura	70,000 mm
Paquete 1 ancho	105,000 mm
Paquete 1 Largo	125,000 mm

### Offer Sustainability

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a>
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
Perfil de circularidad	<a href="#">Información de fin de vida útil</a>
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Sin PVC	Sí

### Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

TM2DMM24DRF se reemplaza por la siguiente gama de productos:

**Figura 75.** Ficha técnica del controlador lógico modular TM2DMM24DRF

**Fuente:** SCHNEIDER Electric WEB

# Anexo 16. Ficha técnica del controlador



W91606344011A05

www.schneider-electric.com

TWD LMDA 20D●K / 40D●K / TWD LMDA 20DRT

TWD LMDA 20DTK/20DUK TWD LMDA 40DTK/40DUK	TWD LMDA 20DRT	
<p>1 - Analog potentiometer 2 - Analog input connector 3 - Serial port 1 4 - I/O expansion connector 5 - Controller and I/O status display unit 6 - I/O connectors 7 - I/O screw terminal block 8 - Clip-on lock for 35-mm DIN-rail 9 - Power supply --- 24 V 10 - Storage cartridge adaptor or RTC time clock 11 - Swiveling door</p> <p>1 - Potenziometro analogico 2 - Conector entrada analógico 3 - Puerto serie 1 4 - Conector de extensión E/S 5 - Bloque de visualización del estado del controlador y de las E/S 6 - Conectores de las entradas y salidas 7 - Bornera de tornillos de entradas y salidas 8 - Resorte de fijación en perfil 35 mm 9 - Alimentación --- 24 V 10 - Adaptador de cartucho de memoria y marcador de tiempo RTC 11 - Puerta giratoria</p>	<p>1 - Potentiomètre analogique 2 - Connecteur entrée analogique 3 - Port série 1 4 - Connecteur d'expansion E/S 5 - Bloc de visualisation de rétat du contrôleur et des E/S 6 - Connecteurs des entrées et des sorties 7 - Bornier à vis des entrées et des sorties 8 - Ressort de clipsage sur profilé 35 mm 9 - Alimentation --- 24 V 10 - Adaptateur de cartouche mémoire ou horodatateur RTC 11 - Porte pivotante</p> <p>1 - Potenziometro analogico 2 - Connettore ingresso analogico 3 - Porta seriale 1 4 - Connettore di espansione I/O 5 - Blocco di visualizzazione dello stato del controllore e degli I/O 6 - Connettori degli ingressi e delle uscite 7 - Morsettiera a vite degli ingressi e delle uscite 8 - Molla di aggancio su profilato 35 mm 9 - Alimentazione --- 24 V 10 - Adattatore di cartoucia memoria o contaore RTC 11 - Porta girevole</p>	
<p>1 - Analogpotentiometer 2 - Anschluss Analogeingang 3 - Serieller Anschluss 1 4 - E/A-Erweiterungsanschluss 5 - Anzeigeteil für Controller-Status und E/A 6 - Anschlüsse für Ein- und Ausgänge 7 - Schraubklemmenleiste für Ein- und Ausgänge 8 - Klemmfeder auf 35 mm-Schiene 9 - Versorgung --- 24 V 10 - Adapter für Speichermodul oder RTC-Timer 11 - Schwenktür</p>	<p>1 - 模拟电位器 2 - 模拟输入连接器 3 - 1号序列接口 4 - 输入输出扩展连接器 5 - 控制器状态及输入输出可视化模块 6 - 输入和输出连接器 7 - 输入和输出螺钉端子排 8 - 35毫米断面上的卡接式弹簧 9 - 24伏直流电源 10 - 闪存卡转换器或RTC计时器 11 - 可旋转接口</p>	
<p><b>⚠ ⚠ DANGER / DANGER / GEFAHR / PELIGRO / PERICOLO / 危險</b></p>		
<p><b>HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION OR ARC FLASH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Power down all equipment before starting the installation, removal, wiring, maintenance or inspection of the product.</li> <li>Replace and secure all covers, accessories, hardware, cables, and wires and confirm that a proper ground connection exists before applying power to the unit.</li> <li>Use only the specified voltage when operating this equipment and any associated products.</li> </ul> <p>Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.</p>	<p><b>RISQUE D'ELECTROCUTION, D'EXPLOSION OU D'ARC ELECTRIQUE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mettez tous les équipements hors tension avant de commencer l'installation, le retrait, le câblage, la maintenance ou le contrôle du produit.</li> <li>Remplacez et fixez tous les caches, accessoires, câbles et fils, et vérifiez que l'équipement est bien relié à la terre avant de le remettre sous tension.</li> <li>N'utilisez que la tension indiquée pour faire fonctionner cet équipement et les produits associés.</li> </ul> <p>Le non-respect de ces instructions provoquera la mort ou des blessures graves.</p>	<p><b>STROMSCHLAG-, EXPLOSIONS- ODER LICHTBOGENGEFAHR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alle Geräte vor der Installation, dem Ausbau, der Verkabelung, der Wartung oder der Inspektion des Produkts ausschalten.</li> <li>Bringen Sie alle Abdeckungen, Zubehörteile, Hardware, Kabel und Drähte sicher wieder an und vergewissern Sie sich, dass eine geeignete Erdung gewährleistet ist, bevor Sie das Gerät erneut mit Spannung versorgen.</li> <li>Verwenden Sie für den Betrieb des Geräts sowie aller zugehörigen Produkte ausschließlich die angegebene Spannung.</li> </ul> <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen führt zu Tod oder schwerer Körperverletzung.</p>
<p><b>RIESGO DE ELECTROCUCIÓN, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apague la alimentación eléctrica de todos los equipos antes de instalar, extraer, cablear, realizar el mantenimiento o inspeccionar el producto.</li> <li>Vuelva a montar y fijar todas las cubiertas, accesorios, elementos de hardware y cables y compruebe que haya una conexión a tierra adecuada antes de aplicar alimentación eléctrica a la unidad.</li> <li>Aplique sólo la tensión especificada cuando utilice este equipo y los productos asociados.</li> </ul> <p>Si no se siguen estas instrucciones provocará lesiones graves o incluso la muerte.</p>	<p><b>RISCHIO DI SCOSSA ELETTRICA, DI ESPLOSIONE O DI OFTALMIA DA FLASH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mettere fuori tensione tutte le apparecchiature prima di cominciare l'installazione, l'estrazione, il cablaggio, la manutenzione o il controllo del prodotto.</li> <li>Prima di applicare la tensione all'unità rimontare e fissare tutti i coperchi, i componenti hardware e i cavi, e verificare anche la presenza di un collegamento di terra adeguato.</li> <li>Per utilizzare questa apparecchiatura e tutti i prodotti associati usare solo la tensione specificata.</li> </ul> <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni provocherà morte o gravi infortuni.</p>	<p><b>有触电致死、爆炸或电弧的危险。</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>在开始安装、拆卸、布线、维修或检查本产品之前，请为所有设备断开电源。</li> <li>更换并紧固所有盖板、附件、硬件、电缆与导线，并确认接地连接正确后才对设备通电。</li> <li>在操作本设备及相关产品时，必须使用指定电压。</li> </ul> <p>不按上述规定操作会导致严重的人员伤亡。</p>
<p>Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained only by qualified personnel. No responsibility is assumed by Schneider Electric for any consequences arising out of the use of this material.</p> <p>Les équipements électriques doivent être installés, exploités et entretenus par un personnel qualifié. Schneider Electric décline toute responsabilité quant aux conséquences de l'utilisation de ce matériel.</p> <p>Elektrische Geräte dürfen nur von Fachpersonal installiert, betrieben, gewartet und instand gesetzt werden. Schneider Electric haftet nicht für Schäden, die aufgrund der Verwendung dieses Materials entstehen.</p> <p>Solo el personal de servicio cualificado podrá instalar, utilizar, reparar y mantener el equipo eléctrico. Schneider Electric no asume las responsabilidades que pudieran surgir como consecuencia de la utilización de este material.</p> <p>Le apparecchiature elettriche devono essere installate, usate e riparate solo da personale qualificato. Schneider Electric non assume nessuna responsabilità per qualunque conseguenza derivante dall'uso di questo materiale.</p> <p>电气设备的安装、操作、维修和维护工作仅限于合格人员执行。对于使用本资料所引发的任何后果，Schneider Electric 概不负责。</p> <p>© 2013 Schneider Electric. "All Rights Reserved."</p>		

W9 1606344 01 11 A05  
04 - 2013

1/5

**Schneider**  
Electric

Printed in



<b>▲ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告</b>		
<p><b>POTENTIAL OF OVERHEATING AND FIRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Do not connect the modules directly to line voltage.</li> <li>Use only isolating PELV or SELV power supplies to supply power to the modules.</li> </ul> <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p><b>RISQUE DE SURCHAUFFE ET D'INCENDIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ne connectez pas les modules directement à la tension du secteur.</li> <li>N'utilisez que des alimentations isolées de type PELV ou SELV pour alimenter les modules.</li> </ul> <p>La non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</p>	<p><b>ÜBERHITZUNGS- UND BRANDGEFAHR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schließen Sie die Module nicht direkt an die Netzspannung an.</li> <li>Verwenden Sie für die Spannungsversorgung der Module ausschließlich potentialgetrennte PELV- oder SELV-Spannungsversorgungen.</li> </ul> <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</p>
<p><b>POSIBILIDAD DE SOBRECALENTAMIENTO E INCENDIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No conecte los módulos directamente a la tensión de línea.</li> <li>Utilice sólo fuentes de alimentación PELV o SELV aisladas para proporcionar energía a los módulos.</li> </ul> <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</p>	<p><b>RISCHIO DI SURRISCALDAMENTO E INCENDIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Non collegare i moduli direttamente alla tensione di linea.</li> <li>Per l'alimentazione ai moduli, usare solo alimentatori con tensioni di tipo PELV o SELV isolati.</li> </ul> <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p>过热和火灾隐患</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>切勿将模块直接连接到线路电压。</li> <li>请仅使用 PELV 或 SELV 隔离电源为模块供电。</li> </ul> <p>不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</p>
<b>▲ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告</b>		
<p><b>UNINTENDED EQUIPMENT OPERATION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>This product is not intended for use in safety critical machine functions. Where personnel and/or equipment hazards exist, use approved appropriate hard-wired safety interlocks.</li> <li>Do not disassemble, repair, or modify the modules.</li> <li>This controller is designed for use within an enclosure.</li> <li>Install the modules in the operating conditions described on page 3/5.</li> <li>Use the sensor power supply only for supplying power to sensors connected to the module.</li> <li>For power line and output circuits, use a fuse designed to Type T standards per IEC 60127. The fuse must meet the circuit voltage and current requirements.</li> </ul> <p>Recommended: Littelfuse® 218 Series, 5x20 mm time lag (slow blow) fuses.</p> <p>These fuses are UL recognized (®) and CSA approved.</p> <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p><b>FONCTIONNEMENT INATTENDU DE L'EQUIPEMENT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ce produit ne doit pas être utilisé dans des fonctions critiques de machine de sûreté. Là où il existe des risques pour le personnel et/ou le matériel, utilisez les contacts de sécurité câblés appropriés.</li> <li>Ne démontez pas, réparez, ni modifiez les produits.</li> <li>Ce produit doit être utilisé dans une enceinte fermée.</li> <li>Installez les produits dans un environnement de fonctionnement normal, comme indiqué à la page 3/5.</li> <li>N'utilisez l'alimentation capteur que pour alimenter les capteurs connectés au produit.</li> <li>Pour le circuit d'alimentation et le circuit de sortie, utilisez un fusible type T selon le standard CEI 60127. Ce fusible doit également satisfaire aux exigences de tension et de courant.</li> </ul> <p>Recommandé: Fusibles Littelfuse® série 218, 5x20 mm, avec temporisation (action retardée).</p> <p>Ces fusibles bénéficient de la reconnaissance UL (®) et de l'agrément CSA.</p> <p>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</p>	<p><b>UNBEABSICHTIGTER BETRIEB VON GERÄTEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dieses Produkt ist nicht zur Verwendung in Maschinenfunktionen vorgesehen, die die Sicherheit gefährden können. Wenn Gefahr für Personen oder Geräte besteht, sollten Sie geeignete Kabel-Sicherheitsverriegelungen verwenden.</li> <li>Zerlegen, reparieren oder verändern Sie keine Module.</li> <li>Diese Steuerung ist für die Verwendung in geschlossenen Räumen konzipiert.</li> <li>Installieren Sie die Module unter den normalen Betriebsbedingungen, wie auf Seite 3/5 beschrieben.</li> <li>Verwenden Sie die Gebversorgung ausschließlich für die Stromversorgung der an die Baugruppe angeschlossenen Geber.</li> <li>Verwenden Sie eine IEC 60127-konforme Sicherung des Typs T an der Netzleitung und an der Ausgangsschaltung.</li> </ul> <p>Die Sicherung muss den Spannungs- und Stromvorschriften entsprechen. Empfohlene Sicherung: Träge 5x20 mm Sicherungen des Typs Littelfuse® Serie 218.</p> <p>Die Sicherungen nach UL (®)- und CSA-Standard.</p> <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</p>
<p><b>FUNCIONAMIENTO INESPERADO DEL EQUIPO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Este producto no está diseñado para un uso en funciones críticas de una máquina de seguridad. Donde existan riesgos para el personal o el equipamiento, use cierres de seguridad cableados adaptados.</li> <li>No desmonte, repare ni modifique los módulos.</li> <li>Este producto está diseñado para un uso en un recinto cerrado.</li> <li>Instale los módulos en las condiciones de entorno de funcionamiento descritas en la página 3/5.</li> <li>Use la alimentación capteur únicamente para alimentar los captadores conectados con el módulo.</li> <li>Para la línea de alimentación y los circuitos de salida, utilice un fusible según el estándar de tipo T IEC 60127.</li> </ul> <p>El fusible debe cumplir los requisitos de tensión y corriente. Recomendado: Fusibles de tiempo (acción retardada) Littelfuse® serie 218 de 5x20 mm. Fusibles UL reconocidos (®) y aprobados CSA.</p> <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</p>	<p><b>FUNZIONAMENTO NON INTENZIONALE DELL' APPARECCHIATURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Questo prodotto non deve essere utilizzato per funzioni critiche su apparecchiature di sicurezza. In presenza di rischi per l'operatore, utilizzare i contatti di sicurezza con un cablaggio appropriato.</li> <li>Non disassemblare, riparare o modificare i moduli.</li> <li>Questo Controller deve essere utilizzato in un contenitore di sicurezza.</li> <li>Installare i moduli in condizioni d'esercizio ambientali normali, come descritto alla pagina 3/5.</li> <li>Utilizzare l'alimentazione dei sensori solo per alimentare i sensori collegati al modulo.</li> <li>Per la linea di alimentazione e i circuiti di uscita, utilizzare un fusibile specifico per gli standard di Tipo T in conformità alle IEC 60127. Il fusibile deve soddisfare i requisiti di tensione e di corrente del circuito. Raccomandati: fusibili Littelfuse® serie 218, 5x20 mm, ad azione lenta.</li> </ul> <p>Fusibili riconosciuti UL (®) e certificati CSA.</p> <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p><b>非规定性设备操作</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>该产品不可以用于有安全风险的应用中。在有人或设备风险存在的地方，请使用指定的导线联锁器。</li> <li>请勿自行拆卸、维修或更改模块。</li> <li>该控制器设计在封闭环境中使用。</li> <li>请在正常的操作环境中进行模块的安装，见3/5页中的说明。</li> <li>感应器电源专门用于为控制器上的感应器提供电源。根据IEC 60127标准的要求，在于电源线 and 输出线路中使用T型保险丝装置。</li> <li>该类型的保险丝必须符合线路电压和电流的要求。推荐产品：Littelfuse® 218系列产品，5x20毫米延时（慢熔断）保险丝。</li> </ul> <p>这些保险丝获得 UL (®) 认证以及 CSA 认证。</p> <p>不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</p>
<b>▲ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告</b>		
<p><b>RISK OF EXPLOSION IN HAZARDOUS LOCATIONS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Install this equipment only in Class 1, Division 2, Groups A, B, C and D or non-hazardous locations only.</li> <li>Substitution of components may impair suitability for Class 1, Division 2 compliance.</li> <li>Do not disconnect equipment unless power has been switched off or the area is known to be non-hazardous.</li> </ul> <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p><b>RISQUE D'EXPLOSION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Installez cet équipement uniquement dans des zones de Classe 1, Division 2, Groupes A, B, C et D ou dans des zones non dangereuses.</li> <li>Le remplacement de composants risque d'affecter la conformité de l'équipement à la Classe 1, Division 2.</li> <li>Assurez-vous que l'alimentation est coupée ou que la zone ne présente aucun danger avant de déconnecter l'équipement.</li> </ul> <p>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</p>	<p><b>EXPLOSIONSGEFAHR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Installieren Sie diese Ausrüstung nur in gefährlichen Standorten Klasse 1, Einteilung 2, Gruppen A, B, C, und D oder in nicht gefährlichen Standorten.</li> <li>Durch Ersetzen von Komponenten kann die Eignung für Class 1, Division 2 beeinträchtigt werden.</li> <li>Entfernen Sie Anschlüsse von Geräten nur dann, wenn die Stromversorgung abgeschaltet oder die Umgebung als ungefährlich bekannt ist.</li> </ul> <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</p>
<p><b>RIESGO DE EXPLOSIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Instalar este equipo únicamente en sitios de clase 1, División 2, Grupos A, B, C y D o sitios seguros.</li> <li>La sustitución de los componentes puede dañar la adecuación a la Clase 1, División 2.</li> <li>No desconecte el equipo a menos que se haya apagado la alimentación que la zona no sea peligrosa.</li> </ul> <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</p>	<p><b>RISCHIO DI ESPLOSIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Installare questo equipaggiamento solo in luoghi di Classe 1, Divisione 2, Gruppi A, B, C e D o in luoghi non pericolosi.</li> <li>La sostituzione di componenti potrebbe pregiudicare l'utilizzo in Classe 1, Divisione 2.</li> <li>Non scollegare apparecchiature tranne se è stata tolta l'alimentazione o si è accertato che l'area non è soggetta a rischi.</li> </ul> <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p><b>爆炸危险</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>只能将本设备安装于类别1、子类2、A、B、C和D组的区域内或者只能安装在无危险的区域内。</li> <li>零件的更换可能影响到设备与1类2级危险指数要求的一致性。</li> <li>在电源被关闭前或该区域被认定为非危险区域前，请不要切断设备的联接。</li> </ul> <p>不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</p>



**Mounting on panel with attachment kit TWD XMT5 (set of 5) / Montage sur panneau avec kit de fixation TWD XMT5 (lot de 5)**  
**Montage auf Platte, mit Befestigungsmontagesatz TWD XMT5 (5-er Pack) / Montaje en panel con kit de fijación TWD XMT5 (juego de 5)**  
**Montaggio su pannello con kit di fissaggio TWD XMT5 (lotto di 5) / 用配件 TWD XMT5 (5 件組) 安裝在固定件面板上**

---

**TWD NOZ ... / TWD XCP ODM**

**TWD LMDA 20D•K/40D•K / TWD LMDA 20DRT**

**TWD D••• / TWD A••• / TWD NOI 10M3 / TWD NCO1M**

**TWD LMDA 20DRT**

TWD	TWD D•••/A••• max.
LMDA 20D•K	4
LMDA 20DRT	7
LMDA 40D•K	

**A**

mm <sup>2</sup>	0,14...1,5	0,25...1,5	0,14...0,75	0,25...0,5	0,5...1
AWG	20...18	24...18	26...18	24...20	20...18
⌀	3,5 mm (0.14 in)				
	Nim 0.6				
	B-in 5.4				

Use copper conductors only. / Utilisez que des conducteurs cuivre.  
Nur Kupferleiter verwenden. / Sólo utilice conductores de cobre.  
Usare unicamente conduttori in rame. / 仅使用铜导线

**B**

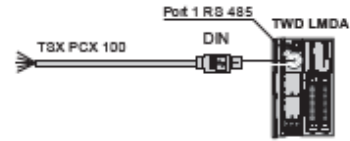
mm <sup>2</sup>	0,14...1,5	0,25...0,5	0,25...1,5	0,14...0,5	0,14...0,75	0,25...0,34	0,25...0,34	0,5
AWG	25...18	24...20	24...18	20...20	26...18	24...22	24...22	20
⌀	2,5 mm (0.1 in)							
	Nim 0.4							
	B-in 3.0							

Use copper conductors only. / Utilisez que des conducteurs cuivre.  
Nur Kupferleiter verwenden. / Sólo utilice conductores de cobre.  
Usare unicamente conduttori in rame. / 仅使用铜导线

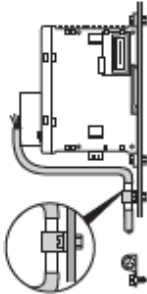
Serial communication / Communication série / Serielle Kommunikation / Comunicación serie / Comunicazione seriale / 通讯序列

RS 485 EIA		Options	
		RS 485D TWD XCP ODM TWD NAC 485D	RS 232C TWD XCP ODM TWD NAC 232D
N°	TWD LMDA 485	TWD NOZ 485D	TWD NOZ 232D
1	D1 (A+)	D1 (A+)	RTS
2	D0 (B-)	D0 (B-)	DTR
3	NC	NC	TXD
4	/DE	NC	RXD
5	/DPT	NC	DSR
6	NC	NC	D V (com)
7	0 V (com)	0 V (com)	0 V (com)
8	± V (180 mA)	± V (180 mA)	± V (180 mA)

Options	
RS 485T	
TWD NOZ 485T	
A	D1 (A+)
B	D0 (B-)
8G	0 V (com)



NC: not connected / NC : non connecté / NC: nicht angeschlossen / NC: no conectado / NC: non collegato / NC: 未连接



Connection of the bus RS485 and fast I/O shielding terminations. Connect the cable shielding directly to the attachment part.

Raccordement des blindages bus RS485 et E/S rapides. Raccordez le blindage des cables directement sur le support de fixation.

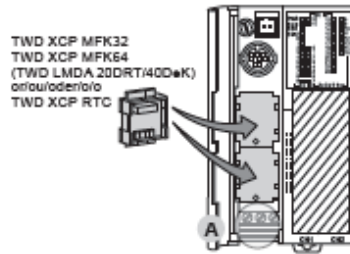
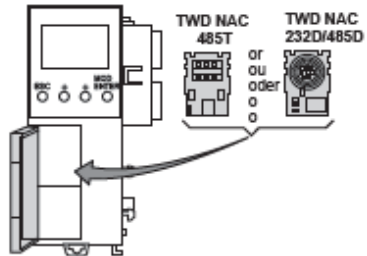
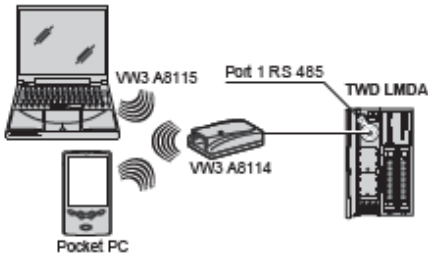
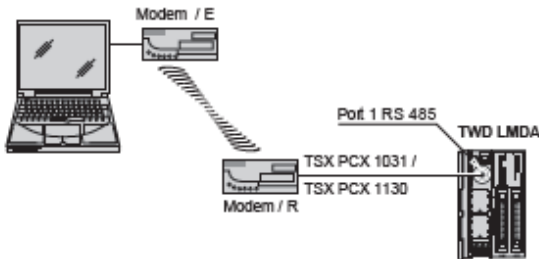
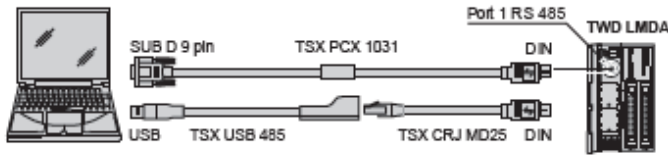
Anschluss der Bus-Abschirmungen RS485 und den E/S schnellen. Schließen Sie die Kabelabschirmung direkt an die Befestigungshalterung an.

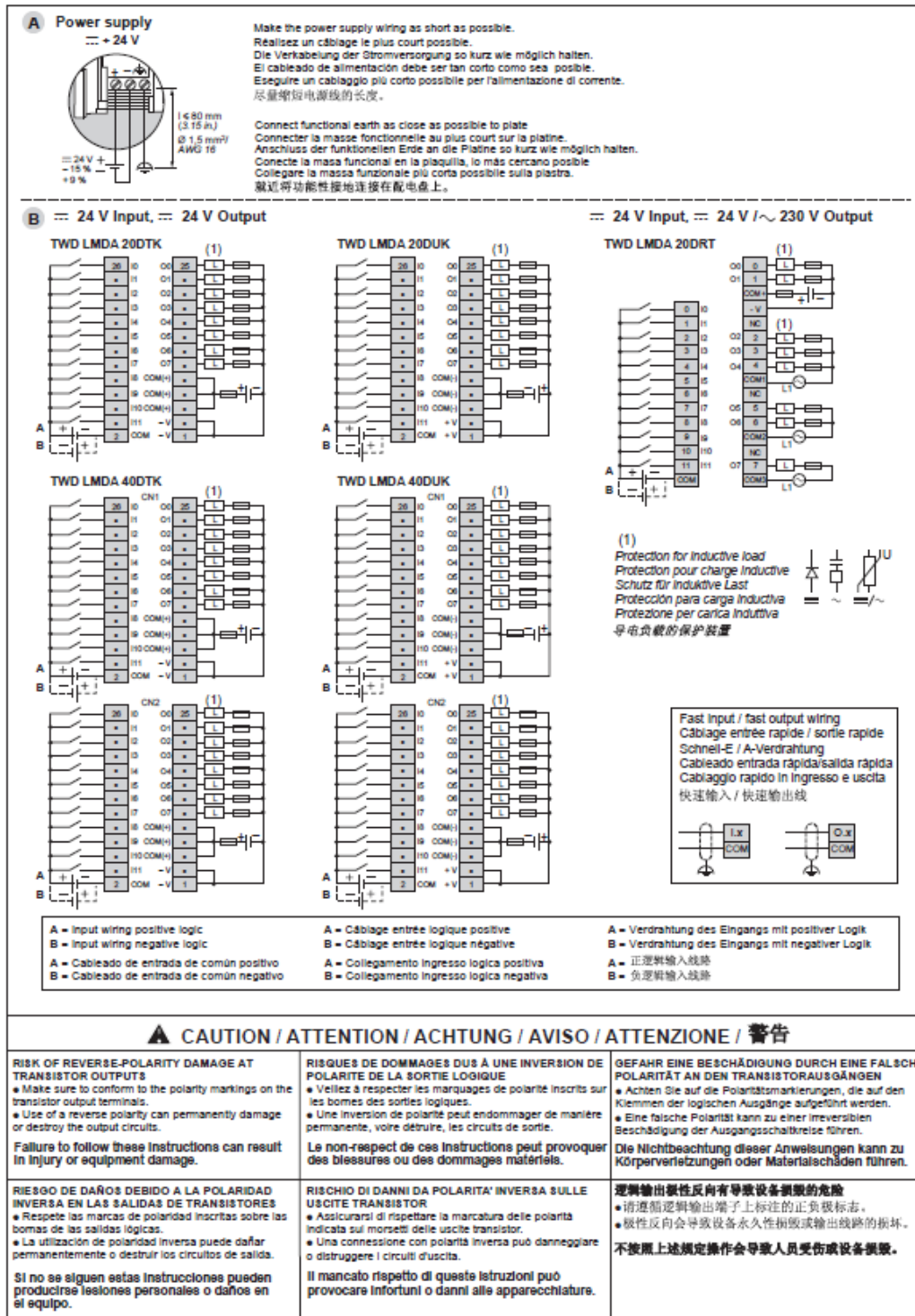
Conexión de los blindajes bus RS485 e E/S rápidos. Conecte el blindaje de los cables directamente sobre el soporte de fijación.

Collegamento delle schermature bus RS485 e E/S rapide. Collegare la schermatura dei cavi direttamente al supporto di fissaggio.

RS485 和快速输入/输出 (E/S) 屏蔽连接总做。将线束屏蔽直接与固定支架连接。

Modbus





W9 1606344 01 11 A05

5/5

Figura 76. Ficha técnica del controlador

Fuente: SCHNEIDER Electric WEB

