

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa

Departamento de Ciencia, Tecnología y Salud.



Monografía para optar al título de Ingeniero Industrial y Sistemas

TEMA:

Validación de Grado Óptimo de Humedad en Diferentes Especies de Madera en Aserrío MAPRENIC, Managua en el año 2012.

AUTOR:

Br. Elías Alberto Flores Zelaya

TUTOR:

Ing. Oscar Danilo Coronado González.

ASESOR:

Msc. René Miranda Urbina.

Matagalpa, Julio 2012

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar la culminación de mis estudios a mi Dios, padre de nuestro salvador, que me ha dado la vida, personas y momentos necesarios para llegar al fin de esta meta.

Te doy gracias señor por haberme establecido en una familia que reúne todas las características para formarme como persona y que a pesar de todas las diferencias que surgieron, tuve presente que podía contar con su apoyo.

En especial quiero hacer mención a mis padres y abuela: Antonio Flores y Aleyda Zelaya, Amanda Centeno; por haberme apoyado siempre y ser un ejemplo de superación.

De igual manera a mis hermanos mayores: Abel y Cristiam Flores.

Elías Alberto Flores Zelaya

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida y a Jesucristo, por haber estado conmigo en muchos momentos difíciles, en los cuales no quería seguir, pero me llenaba de paciencia, fuerzas y tranquilidad.

A mi familia por haberme demostrado de muchas formas y maneras que querían que llegase a mi triunfo.

A todos los profesores que con su esfuerzo y dedicación, me enseñaban todos los conocimientos que ahora poseo. Al profesor Francisco Chavarría que a pesar de su tiempo limitado, estaba dispuesto ayudarme.

*En especial quiero nombrar a tres amigas: **Bianca Brenes** que sirvió de ejemplo e impulso a seguir adelante y esforzarme, por haberme brindado su apoyo y favores. **Massiel Moreno**, que siempre estuvo pendiente de mi trabajo y por su incondicionalidad. Y a la **Señora Yelba Toruño**, que con su ayuda pude resolver problemas durante la carrera. ¡Muchas Gracias Amigas!*

Elías Alberto Flores Zelaya

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE MATAGALPA
UNAN-FAREM MATAGALPA



VALORACIÓN DEL TUTOR

El presente trabajo, para optar al título de Ingeniero Industrial y Sistemas, con el tema: **Validación de Grado Óptimo de Humedad en Diferentes Especies de Madera en Aserrío MAPRENIC, Managua en el año 2012**, realizado por el Br. Elías Alberto Flores Zelaya, ha significado un arduo trabajo de investigación, aplicando técnicas, procedimientos y métodos científicos, que generó resultados significativos para la empresa maderera donde se realizó el estudio y estoy seguro que el producto final, será de mucha utilidad en la toma de decisiones de las empresas madereras, que tienen que ver con la temática en particular aquí presentada y para el mercado nacional.

Así mismo será de mucha utilidad, para los actores locales involucrados en el área de estudio y los profesionales ligados al área de desarrollo empresarial, ya que se ponen en práctica instrumentos de medición que permitirán evaluar con mayor objetividad las características de los artículos o productos considerando su grado de humedad, durabilidad, color, sabor, cantidad, textura, resistencia y en forma general, que posea las dimensiones que permitan efectivamente emplearlo para los fines establecidos para su uso.

Ante lo expuesto, considero que el presente trabajo monográfico, cumple con los requisitos teóricos-metodológicos y se apega a los artículos que establece el Reglamento de la Modalidad de Graduación, así como apegándose a la estructura y rigor científico que el nivel de egresado requiere.

Ing. Oscar Danilo Coronado González

Tutor

RESUMEN

“Validación de Grado Óptimo de Humedad en Diferentes Especies de Madera en Aserrío MAPRENIC, Managua en el año 2012”. Es el tema de la presente investigación realizada con el propósito de determinar el grado óptimo de humedad en diferentes especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional. El grado de humedad final de un producto terminado, es un dato esencial en la demanda del mercado internacional y protección del medio ambiente, por lo tanto se debe de estudiar y mejorar por las autoridades pertinentes. Razón que justifica en gran parte la importancia de la investigación, en la cual se recopiló la información, haciendo uso del medidor de grado de humedad para madera (Higrómetro), en cuatro fases del proceso: especies en forma de timbre, madera aserrada, madera en proceso de secado (Horno) y producto terminado; siendo además los datos principales para el desarrollo de los cálculos de promedios, diagrama de dispersión, gráficas de control, también se analizaron los criterios que tiene el trabajador respecto a las operaciones que desempeña, pudiendo aplicar la herramienta de calidad de los 14 puntos de Deming; finalmente se valoró el impacto ambiental negativo que ocurre cuando no se utiliza un grado óptimo de humedad. Los resultados de este estudio servirán a las instituciones correspondientes e interesados en preservar el medio ambiente, como indicador para elaborar una norma que ayude a controlar el aprovechamiento de este recurso, de igual manera servirá como fuente de información para futuros estudios de carreras a fines y principalmente a la carrera de ingeniería industrial y sistemas. Los principales resultados encontrados fueron: que Nicaragua no posee una norma NTON que regule el grado de humedad en especies madereras para su exportación. Otra manifestación de los resultados, es que si cumplen con las especificaciones y requerimientos del cliente extranjero; pero sobre todo el impacto ambiental negativo respecto a la pérdida de captura de carbono que ocasiona la deforestación.

INDICE

Contenido	Pág
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
VALORACIÓN DEL DOCENTE.....	iii
RESUMEN.....	iv
INDICE.....	v
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	3
III. Justificación.....	5
IV. Planteamiento del problema.....	7
V. Objetivos.....	8
VI. Hipótesis.....	9
VII. Marco Teórico.....	10
7.1. Validación	10
7.2. Óptimo	11
7.3. COVENIN 3019-93.....	12
7.3.1. Definiciones.....	12
7.3.2. Clasificación.....	13
7.3.3. Requisitos Generales.....	14
7.4. Higrómetros.....	15
7.4.1. Modelo PCE-333.....	15
7.4.2. Modelo HMT651, HMT651A.....	17
7.4.3. Modelo HM055.....	20

7.5. Leyes, Decretos sobre reglamentación, manejo y uso Forestal de Nicaragua.....	23
7.5.1. Ley NR 217. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.....	23
7.5.2. Reglamento Forestal Decreto No. 45-93.....	29
7.6. CITES.....	31
7.6.1. Estandarización de Unidades de Medida y Cálculos de Volumen de Madera.....	33
7.6.1.1. Glosario	33
7.6.1.2. Medición y Cubicación Forestal	35
7.6.1.3. Volumen de los árboles en pie.....	38
7.6.1.4. Madera Procesada	41
7.6.2. Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico Seco de Nicaragua.....	42
7.6.2.1. Diagnóstico de Recursos Forestales.....	42
7.6.2.2. Estrategia para el desarrollo de Plantaciones Forestales.....	44
7.6.2.3. Relación problema, componente y líneas de acción para el establecimiento de Plantaciones y SAF.....	46
7.6.2.4. Lineamientos para generar mayor valor agregado.....	47
7.6.2.5. Impacto económico y social.....	50
7.6.2.6. Impacto Financiero.....	54
7.6.2.7. Impacto Ambiental.....	56
7.7. Madera	57
7.7.1. Albura	57
7.7.2. Duramen	60
7.7.3. Médula	60
7.7.4. Anillos	60

7.7.5. Cambium	61
7.7.6. Radios Leñosos	61
7.8. Propiedades de la Madera	62
7.8.1. Propiedades Físicas de la Madera	62
7.8.1.1. Densidad.....	64
7.8.1.2. Dureza	64
7.8.1.3. Resistencia al Esfuerzo	65
7.8.1.4. Conductividad Térmica	65
7.8.1.5. Conductividad Eléctrica	65
7.8.1.6. Conductividad Sonora.....	65
7.8.1.7. Durabilidad	66
7.8.1.8. Plasticidad.....	67
7.8.1.9. Merma e Hinchazón.....	67
7.8.2. Propiedades Mecánicas	68
7.8.2.1. Resistencia a la Compresión	68
7.8.2.2. Resistencia a la Tracción	68
7.8.2.3. Hendibilidad	69
7.8.2.4. Flexibilidad	69
7.8.2.5. Resistencia al Cizallamiento	69
7.8.3. Características Químicas de la Madera	70
7.8.3.1. Principales Características	71
7.8.3.1.1. Textura	71
7.8.3.1.1.1. Textura Fina	71
7.8.3.1.1.2. Textura Mediana	71
7.8.3.1.1.3. Textura Gruesa	71
7.8.3.1.2. El Grano (Hilo o Fibra)	72
7.8.3.1.2.1. Grano Recto	72

7.8.3.1.2.2. Grano Inclinado	72
7.8.3.1.2.3. Grano Entrecruzado	72
7.8.3.1.2.4. Grano Irregular	73
7.8.3.1.3. El Diseño	73
7.8.3.1.3.1. Diseño Liso	73
7.8.3.1.3.2. Diseño Rayado	73
7.8.3.1.3.3. Diseño Angular	74
7.8.3.1.3.4. Diseño Veteado	74
7.8.3.1.3.5. Diseño Jaspeado	74
7.8.3.1.3.6. Diseño Espigado	74
7.9. Humedad	75
7.10. Secado	79
7.10.1. Aspectos Básicos sobre el Secado	79
7.10.2. Proceso de Secado de la Madera	80
7.10.2.1. El Proceso de Secado Controla	80
7.10.2.1.1. Velocidad del Aire	80
7.10.2.1.2. Humedad Relativa del Aire	81
7.10.2.1.3. La Temperatura	81
7.10.2.2. Control del Proceso	81
7.10.2.3. Gradientes de Secado de Madera	82
7.10.2.4. Pasos para el proceso de Secado	82
7.10.2.5. Colapso de la Madera	84
7.10.2.5.1. Casos de Colapso en la Madera	84
7.10.2.5.2. Reacondicionamiento de la Madera Colapsada	84
7.10.2.5.3. Alabeo	85
7.11. Calidad	86
7.11.1. Defectos de la Madera	86

7.11.1.1. Nudos	87
7.11.1.2. Fendas	87
7.11.2. Defectos en la Estructura de la Madera	87
7.11.2.1. Descolorido	88
7.11.2.2. Deformaciones	88
7.11.3. Enfermedades de la Madera	88
7.11.4. Kaoru Ishikawa y Puntos de Edwards Deming	90
7.11.5. Herramientas de Ingeniería	95
7.11.5.1. Diagrama de Flujo	95
7.11.5.2. Histograma	96
7.11.5.3. Diagrama de Dispersión	96
7.11.5.4. PEPSU	97
7.11.5.5. Cuestionario de Diagnóstico del Proceso	98
7.11.5.6. Gráficas de Control	99
7.12. Especies Madereras	100
7.12.1. Guapinol	101
7.12.2. Cortez	102
7.12.3. Cedro Macho	102
7.12.4. Cedro Real	103
7.12.5. Frijolillo	104
7.12.6. Níspero	105
VIII. Diseño Metodológico.....	107
8.1. Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio.....	107
8.2. Tipo de Investigación.....	107
8.3. Población y Muestra.....	108
8.4. Técnicas de Investigación.....	109
8.5. Procesamiento de Datos.....	110

8.6.	Operacionalización de Variables.....	112
IX.	Análisis y Discusión de Resultados.....	114
9.1.	Formular muestreo de contenido de humedad en las especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, haciendo uso del higrómetro.....	114
9.2.	Evaluar grado óptimo de contenido de humedad, en las especies madereras estudiadas.....	126
9.3.	Identificar los factores internos y externos que inciden al grado óptimo de humedad.....	149
9.4.	Valorar el impacto ambiental que ocurre cuando se utiliza un grado óptimo de humedad, enfocado en la concientización del aprovechamiento racional de este recurso.....	161
X.	Conclusiones.....	171
XI.	Recomendaciones.....	173
XII.	Referencia Bibliográfica.....	174
XIII.	Anexos.....	181
	Anexo N° 1. Proforma de Servicio de Secado por pie tablar y grado de humedad ofertado por MAPRENIC.	
	Anexo N° 2. Oferta de Lista de Precios de Servicios de MAPRENIC.	
	Anexo N° 3. Datos obtenidos de toma de humedad, en forma de timbre y con el intervalo establecido (primera fase).	
	Anexo N° 4. Datos obtenidos de toma de humedad en madera aserrada (segunda Fase)	
	Anexo N° 5. Datos para elaborar gráfica de Diagrama de Dispersión.	
	Anexo N° 6. Datos de Toma de Humedad en Producto Terminado (Cuarta Fase)	

Anexo N° 7. Cálculo de las Medias con Datos de Producto Terminado

Anexo N° 8. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Cedro Macho)

Anexo N° 9. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Cedro Real)

Anexo N° 10. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Cortez)

Anexo N° 11. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Frijolillo)

Anexo N° 12. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Guapinol)

Anexo N° 13. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Níspero)

Anexo 14. PEPSU

Anexo 15. Cuestionario de Diagnóstico del Proceso.

Anexo 16. Unidades de conversión

Anexo N° 17. Algunas Máquinas de Trabajo de madera y herramientas que utiliza MAPRENIC

Anexo N° 18. Cronograma de Actividades. Meses (2011-2012)

I. INTRODUCCIÓN

La humedad en la madera ha sido por años un aspecto que podemos considerar como negativo o perjudicial para el uso de la misma. El público ha preferido tradicionalmente sólo aquellas especies con moderada a alta durabilidad natural y cuando una especie tiene baja durabilidad la descarta o elige otro material diferente a la madera, en caso de ser posible la sustitución. INAFOR (1993)

La madera es un organismo vivo que necesita de agua para su ciclo de vida. La presencia de agua o humedad interna en ella al momento de industrializarse, conlleva desde su tala hasta exportación a una limitante, ya que dicha humedad debe de homogeneizar a un grado acorde al tipo de uso o destino que se le dé; durante el estudio se determinará la homogenización para interior (Machimbre) como producto final.

De la situación descrita anteriormente, se deriva la importancia de establecer un grado óptimo de humedad final interno en la madera, el cual se pretende con este estudio: **“Determinar el grado óptimo de humedad en diferentes especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, en aserrío MAPRENIC – Managua 2012.”**; el cual será posible comprobar por medio de: Formular muestreo de contenido de humedad en las especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, haciendo uso del higrómetro; permitiendo poder: Evaluar grado óptimo de contenido de humedad, en las especies madereras estudiadas; también poder identificar los factores internos y externos que inciden al grado óptimo de humedad; posteriormente: Valorar el impacto ambiental que ocurre cuando se utiliza un grado óptimo de humedad, enfocado en la concientización del aprovechamiento racional de este recurso.

Los resultados determinarán el grado óptimo de humedad recomendable, que ayudará a evaluar y demostrar el nivel aceptable, así como el logro de un rendimiento y aprovechamiento racional de la madera. Cabe mencionar que durante todo el proceso el instrumento principal usado fue el higrómetro PCE-333.

Las especies estudiadas y analizadas son: Cedro Macho (Carapa Guianensis), Cedro Real (Cedrela Odorata), Cortez (Tabebuia Guayacan), Frijolillo (Cojoba Arbórea), Guapinol (Hymenaea Courbaril), Níspero (Manilkara Achras); los criterios para seleccionar estas

especies estudiadas fueron: la diversidad de especies madereras que posee Nicaragua, la necesidad de establecer un grado de humedad óptimo, el comportamiento constante de las especies sometidas a un proceso de secado industrial, la similitud de propiedades físicas y mecánicas; pero sobre todo por la alta demanda y confianza que tiene el cliente extranjero en estas especies.

II. ANTECEDENTES

El Plan de Desarrollo Forestal de la República de Nicaragua FDP (24), la explotación selectiva (Industrial y Comercial) de los bosques de Nicaragua comenzó después de la conquista de los españoles. La explotación de los bosques Norestes del país comenzó en la primera década del siglo pasado, durante 40 años todos los bosques de fácil acceso fueron convertidos en madera aserrada para exportación. Durante el período 1950-1990 la producción de madera ha sido, no solo en rollo sino también en términos de productos no maderables.

El Instituto Nacional Forestal INAFOR, es el responsable de permitir quien hará uso del recurso forestal del país, también en concientizar a la población que el aprovechamiento obtenido de este recurso debe reponerse a través de la reforestación. Cabe mencionar que el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales MARENA, es el responsable de establecer los períodos de vedas y proteger todas las áreas en reforestación o reforestadas; las cuales brindan el incremento de oxígeno y agua.

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO: el volumen de producción en razón de millones de metros cúbicos de madera en rollo ha sido de 2.27 a 3.3; luego incrementó en 1970 a 1983 a 3.40, pero en 1985 disminuye a 2.96 y luego en 1990 se recupera a 3.3; es decir se incrementó en 46% en 30 años.

Una vez establecida esta actividad en el país; surge para el año 1995 el aserrío Maderas Preciosas de Nicaragua MAPRENIC, el cual inicia sus operaciones de compra, venta y exportación de la madera bajo la administración de su propietario el señor Oscar Manuel Sobalvarro, dando continuidad a la empresa NICAMADERA S.A, siendo ésta quien empezó con esta labor, convirtiéndose MAPRENIC en una de las empresa de mayor exportación de madera y dentro de la cual se ha realizado el presente estudio e investigación.

MAPRENIC nace de una necesidad de superación personal de su propietario, dicha evolución alcanzó exportar la madera a países como: China, Japón, Alemania, Estados

Unidos, Italia. Logrando exportaciones de un millón de dólares al mes, dichas estadísticas se encuentran registradas en el Centro de Exportaciones de Nicaragua.

MAPRENIC rige sus operaciones en los estándares de calidad internacionales, entre ellos se encuentran los parámetros que establece la Comisión de Normas Industriales (COVENIN 3019-93). El proceso del aserrío es someter la madera, ya sea en timbres o tucas a cortes acorde a las necesidades de la empresa (cliente), requerimientos y especificaciones; estos elementos persiguen el objetivo de obtener un porcentaje de contenido de humedad en la madera adecuado como producto terminado para su exportación. Logrando un grado de humedad porcentual satisfactoria en la madera, por medio del proceso operativo adecuado y programa supervisado del uso de horno eléctrico; se convierte en una empresa tecnificada e industrializada enfocada en el cumplimiento y satisfacción de sus clientes, manteniendo su prestigio y conservando sus políticas.

III. JUSTIFICACIÓN

La Real Academia de la Lengua Española RAE (2001), establece humedad “Agua de que está impregnado un cuerpo o que vaporizada, se mezcla con el aire”. Es decir la humedad es el agua u otro líquido que impregna la superficie o el interior de un cuerpo, se encuentra presente en el aire en forma de vapor.

Uno de los mayores problemas en la utilización de la madera es la presencia de agua en ella, hecho debido que pertenece a un organismo vivo (árbol). El agua en la madera es sinónimo de humedad que constituye una limitante para sus diversos usos por la influencia que tiene en los cambios dimensionales, en las propiedades mecánicas y naturales; así como la susceptibilidad al ataque de organismos xilófagos (de pudrición).

Debido a tal limitante este trabajo e investigación fue realizado con el propósito de dar a conocer la importancia de validar un grado óptimo de humedad final dentro de un aserrío industrializado y tecnificado, involucrando algunas especies nicaragüenses, siendo el nivel obtenido como punto de referencia hacia otras especies futuras a estudiar; para ello se analizan y estudian las fases del proceso productivo operacional: Recepción de Madera dentro del aserrío – Almacenado pre corte – Corte – Secado – Almacenado post secado – Exportado; considerando en todo el proceso la humedad interna y su comportamiento; siendo la variable principal a estudiar y evaluar para la obtención del grado óptimo de humedad, el cual permitirá dar un aporte al correcto uso y no despale indiscriminado de este recurso natural como es la madera.

INAFOR (1993), plantea que la madera es un material orto-tropical encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen cada año y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina. Las plantas que no producen madera son conocidas como herbáceas.

La madera es la parte interna de un árbol, por su característica de ser un material resistente, con abundancia natural y que satisface muchas necesidades humanas desde tiempos muy remotos, en porcentaje mayor cuando el tratamiento del secado de la madera es adecuado y con el grado de humedad que requiere la necesidad que se desea satisfacer.

El Ministerio Agropecuario Forestal (MAGFOR), “establece que la pérdida del recurso bosque es por la deforestación de 100,000 hectáreas por año, el avance de la frontera agrícola es el resultado de la incorporación de nuevas tierras a la actividad agropecuaria, así como de la explotación irracional este recurso, lo que ha impactado negativamente en el ecosistema, incrementando la vulnerabilidad en los sistemas de producción”.

Nicaragua asume los gastos de ubicación de la mercancía en el barco o medio de transporte; es decir, su precio libre a bordo (FOB). No constituye un porcentaje representativo para el Producto Interno Bruto (PIB) del país, pero según el Centro de Economía Internacional (CEI), adquirió un comportamiento para el año 2009 de \$5.3 millones a 7.7 en el 2011, esto significa el 1.3 % aporte del PIB.

El Norte y Atlántico de Nicaragua son las zonas donde se tala la mayor parte de las especies madereras del país; por lo tanto el proceso de secado natural o industrializado (aserrío) debe realizarse con un cumplimiento estricto y disciplinado, permitiendo determinar la humedad óptima para lograr cumplir con los parámetros de servicio de secado exigidos por el cliente y mercado internacional.

La situación descrita anteriormente justifica la necesidad de realizar el presente estudio que pretende observar, estudiar y analizar las diversas especies maderables en el aserrío MAPRENIC, cuya finalidad es determinar y validar el grado óptimo de humedad en las mismas. Otro propósito de este trabajo es dar a conocer la importancia de obtener un correcto grado de humedad y el impacto que ocasiona al no cumplirse, tanto a lo interno como externo de la empresa; siendo el medio ambiente el más afectado.

El presente trabajo tiene una marcada realidad científica y objetiva, se basa en la precisión de un dato final y en la objetividad de realizar una metodología que cumpla los objetivos. La expectativa es que pueda servir de guía para personas que se encuentren realizando investigaciones relacionados con el tema y empresas madereras dedicadas a la exportación.

La importancia principal de esta investigación, radica en la aplicación de los conocimientos adquiridos e impartidos por nuestros docentes, culminando estudios de la carrera de Ingeniería Industrial y Sistemas, logrando obtener el título de ingeniería.

IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El grado óptimo de humedad (GOH) final interna en una especie maderera, determina la durabilidad y el uso eficiente que se le dará, para ello se debe de tener un grado homogéneo; será establecido estudiando y analizando los datos obtenidos con el higrómetro, sobre el comportamiento de GOH en las especies madereras durante el proceso en el aserrío desde la recepción de la madera en el mismo, hasta su secado en el horno para su posterior exportación; permitirá aprovechar toda la madera aserrada y no producir desperdicios que inducen al avance de la frontera agrícola, debido a que si no se establece un grado adecuado de humedad final, induce a la tala de más árboles, ocasionando una lenta y difícil recuperación de este recurso.

Pregunta General

¿Cuál será el grado óptimo de humedad, en las distintas especies madereras estudiadas, sometidas en el proceso de aserrío de MAPRENIC – Managua, que permita obtener su validación?

Preguntas Específicas

1. ¿Cuál es la variación de humedad que tienen las especies madereras durante el proceso productivo operacional en MAPRENIC?
2. ¿Cuál es el grado óptimo que deben poseer las especies madereras estudiadas en MAPRENIC?
3. ¿Cuáles son los factores internos y externos que afectan al grado óptimo de humedad en MAPRENIC?
4. ¿Cuál será el impacto que alcanzará el medio ambiente con un grado óptimo de humedad, respecto al aprovechamiento racional de este recurso?

V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado óptimo de humedad en diferentes especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, en aserrío MAPRENIC – Managua 2012.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Formular muestreo de contenido de humedad en las especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, haciendo uso del higrómetro.
2. Evaluar grado óptimo de contenido de humedad, en las especies madereras estudiadas.
3. Identificar los factores internos y externos que inciden al grado óptimo de humedad.
4. Valorar el impacto ambiental que ocurre cuando se utiliza un grado óptimo de humedad, enfocado en la concientización del aprovechamiento racional de este recurso.

VI. HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación (Hi)

El grado óptimo de humedad evaluado y determinado en diferentes especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional en aserrío MAPRENIC; cumplirá con los requerimientos de la Comisión Venezolana de Normas Internacionales COVENIN 3019-93.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Validación

Todas las definiciones y conceptos que conforman muchas materias dentro de la ciencia y tecnología tienen su validación, que permite aprender y desarrollar críticas. Es por ello que para comprender que significa el término validación, se cita:

Según RAE (2001), “Validar es la acción y efecto de validar (convertir algo en válido, darle fuerza o firmeza). El adjetivo válido, por otra parte, hace referencia a aquello que vale legalmente o que es firme y subsistente”.

Todo producto que los seres humanos hacemos uso, buscamos en ellos la certeza que nos serán útiles y duraderos, pero sobre todo que podrá sufragar nuestra necesidad; es por ello que todo el proceso de producción debe ser efectivo. Para comprender la manera cómo un producto obtiene validación, se abordará la siguiente definición:

La validación de Procesos o métodos, según la norma de calidad ISO 9000:2000 la define “la confirmación por examen y la provisión de evidencia objetiva, de que se cumplen con los requisitos particulares, para un uso específico propuesto. La misma norma establece en las mediciones analíticas, como el proceso de establecer las características de desempeño, las limitaciones de un método, la identificación de las influencias que pueden cambiar esas características y en qué medida”.

Se puede decir que el objetivo de la validación de un proceso es demostrar la capacidad de proporcionar, de forma continuada y reproducible, productos homogéneos de acuerdo a unas especificaciones de calidad. Para ello es imprescindible el conocimiento profundo del proceso, a fin de realizar un análisis de riesgos y detectar los puntos críticos que puedan incidir en la humedad final de la madera y por ende en la calidad de un producto terminado. Dado que un proceso es la interacción controlada de componentes, equipos, entorno, procedimientos, software y personal, un requisito previo es la Calificación de las Instalaciones, Equipos y Sistemas informáticos que intervienen en el proceso.

Las industrias en la actualidad destinan gran parte de su tiempo y una considerable inversión monetaria para que los procesos se realicen con la mayor eficacia y eficiencia posible, con el objetivo final de ser una empresa productiva y competitiva, que le permita cumplir con su misión y visión.

Nicaragua posee ciertas industrias que se dedican al giro de exportar especies de madera, en presentaciones requeridas por el cliente extranjero y al destino deseado por ellos. Es por ello que el proveedor nicaragüense se encuentra en la posición de hacer de su conocimiento y aprendizaje, el manejo de todas las especificaciones para exportar, tratamiento de la madera y sobre todo el grado de humedad adecuado para su exportación y por ende la satisfacción del cliente.

A partir de la necesidad de demostrar que las industrias madereras nicaragüenses son válidas en sus operaciones, labores diarias, que cumplen con las especificaciones y requerimientos del cliente; enfocando la calidad final en un grado óptimo de humedad (GOH), por consiguiente homogéneo. Para ello se abordará el término óptimo, con el cual se demuestra la manera de optimizar un proceso de secado de la madera, obteniendo como resultado final un GOH.

7.2. Óptimo

Según la RAE (2001), “Óptimo-ma, adjetivo. Que es extraordinariamente bueno o el mejor, por lo cual resulta inmejorable. Economía. De lo más eficiente o más deseable”.

El presente concepto establecido por la Real Academia Española, ha sido analizado y tomado como referencia, por uno de los personajes más grandes de la historia como lo fue el sociólogo, economista y filósofo italiano, Vilfredo Pareto (1848-1923), quien define: “un estado o situación como óptimo, si en él no es posible mejorar la situación de alguien sin empeorar simultáneamente la de otros”.

Se puede observar que la definición de la Real Academia Española, como la que establece este personaje tiene similitud, en que optimizarse consiste en obtener un sistema, proceso y método que sea en su totalidad eficiente, tal que cubra todas las necesidades y se logre cumplir con los objetivos.

Dentro de las empresas manufactureras, que en este caso la materia prima es la madera para obtener un producto final, con requerimientos y especificaciones del cliente; el término óptimo en esta empresa se aplica en la obtención de un grado óptimo de humedad (GOH) en términos porcentuales, el cual obtiene su validez de acuerdo a normas internacionales. Para ello se abordará la Norma Venezolana 3019-93:

7.3. COVENIN 3019-93

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y calidad del país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas a un área específica.

La presente norma fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización **CT-3 CONSTRUCCIÓN** y aprobada por la **COVENIN** en su reunión N° 122 de fecha 11 Agosto 1993.

Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir las tablas y tablillas de madera.

7.3.1. Definiciones

7.3.1.1. Travesaños

Son piezas de madera de sección rectangular en las que predomina la longitud, se sujetan al soporte por medio de adhesivos, empotramiento, cuñas, clavos y tornillos.

7.3.1.2. Piezas Machihembradas

Son aquellas piezas que van unidas entre sí mediante molduras (macho y hembra)

7.3.1.3. Productos de Acabados

Son los productos (ceras, barnices, lacas, pinturas u otros) que se emplean para proteger la cara superior de la pieza, así como para obtener un efecto estético de terminado, sin alterar sustancialmente el aspecto natural de la madera.

7.3.1.4. Soporte

Es el suelo en bruto de la edificación, sobre el que se colocan las tablas o tablillas de madera. Puede ser una superficie lisa o rugosa de concreto, asfalto, lozas, maderas u otras.

7.3.1.5. Tablas y Tablillas

Son piezas de madera maciza empleada para la construcción de interiores de casas. Se diferencian por sus dimensiones, en general las tablas son de espesor de 25 mm y las tablillas de espesor mayor de 12 mm y menor de 23 mm.

7.3.2. Clasificación

Las tablas y tablillas se clasifican en cuatro grados de calidad:

7.3.2.1 Calidad 1: Las maderas que se encuentran en esta categoría deberán presentar las siguientes características:

- ✓ La cara y contracara deberán estar sanas, limpias y cepilladas, de grano recto, sin nudos, ni otros defectos o alteraciones visibles. No presentarán grietas, aristas o puntas rotas.
- ✓ Los cantos deben de ser rectos, cepillados, sin presentar huellas de sierra. Sus aristas o ángulos deberán ser vivos.
- ✓ Si se trata de maderas latifoliadas, las tablas y tablillas serán totalmente de duramen (sin albura).
- ✓ Las tablillas deberán tener una buena calibración en sus dimensiones.

Calidad 2: Las maderas que se encuentran en esta categoría deberán presentar las siguientes características:

- ✓ Su descripción es idéntica a la calidad 1, admitiéndose aristas faltantes y presencia de albura, siempre que esté tratada contra hongos e insectos xilófagos.

Calidad 3: Las maderas que se encuentran en esta categoría deberán presentar las siguientes características:

- ✓ En esta categoría la cara debe ser sana, admitiéndose algunos defectos como nudos sanos no agrupados, cuyo diámetro no exceda el 50 % del ancho de la pieza. En el caso de las piezas machihembradas, los nudos deberán de exceder más del 50 % del espesor de las tablas.
- ✓ La madera será de color uniforme o vetado homogéneo, admitiéndose manchas ligeras, hasta un 30 % de superficie de la pieza.
- ✓ La contracara puede tener calidad equivalente a la calidad 4.

Calidad 4: Las maderas que se encuentran en esta categoría deberán presentar las siguientes características:

- ✓ La cara deberá ser sana, admitiéndose nudos no agrupados, rajaduras de duramen, presencia de albura, variaciones grandes de color de unas piezas a otras y manchas azuladas. Estas alteraciones en conjunto, no sobrepasarán los dos tercios de la superficie de cada pieza.

7.3.3. Requisitos Generales

7.3.3.1. Especie

- ✓ La madera podrá ser de cualquier especie, siempre que su dureza sea por los lados como mínima de 350 Kg.

7.3.3.2. Estado

- ✓ La madera debe de estar exenta de todo rasgo de ataques de insectos y de hongos, no admitirá coloraciones excepto en aquellos casos que se permita de acuerdo a los grados de calidad.

7.3.3.3. Humedad

- ✓ La humedad de las piezas de madera, deberán estar comprendidas entre el 10 y el 12 %, admitiéndose hasta un 5 % de las piezas de un lote tenga una humedad como máximo del 13 %.

El GOH con el avance experimentado por la industria de fabricación de secaderos, permite disponer de técnicas y tecnologías que permiten aprovechar el tiempo al máximo; una de las tecnologías utilizadas es el higrómetro, el cual nos facilita la toma de grado de humedad en la madera. Debido a la variedad de higrómetros que existen, se nombrarán algunos de los que pueden usarse; así como expresar sus ventajas y desventajas:

7.4. Higrómetros

7.4.1. Higrómetro PCE-333



Medidor de humedad de madera de combustión PCE-333 con aguja externa para determinar la humedad interna de la especie.

El medidor de humedad de madera de combustión tiene un manejo muy sencillo. Sólo será necesario introducir las agujas del medidor de humedad en la superficie de la madera (si se puede, es mejor medir en una astilla o en corte fresco de la madera) y leer la humedad absoluta de la madera en la banda luminosa en %. La medición de la madera de combustión, es importante para obtener una combustión buena y limpia. La leña que tiene más de un 20 % de humedad absoluta está demasiado húmeda y deberá secarse durante un año. También podrá

utilizar este medidor de humedad de madera en la adquisición de la madera. De este modo podrá estar seguro de que está comprando madera y no agua.

- Sencillo manejo
- Carcasa robusta
- Formato compacto
- Para determinar con rapidez la humedad de la madera de combustión antes de su compra
- La pantalla LCD se lee con facilidad incluso bajo la luz del sol
- No se debe recalibrar (principio de medición por conductividad con curva)

➤ **Medición**

Retire la capucha protectora de los electrodos de la parte superior del aparato. El aparato se encenderá de manera automática. Presione los electrodos sobre el material a comprobar. En el caso de la madera, introdúzcalos en la estructura de la fibra. Repita varias veces la medición para obtener un resultado representativo. Limpie los electrodos después de la medición y vuelva a colocar la capucha protectora. El aparato se apagará de manera automática. Si no coloca la capucha, el aparato se desconecta automáticamente a los 15 minutos.

➤ **Pantalla**

La línea continua representa los números pares como 6, 8, 10, 12...

La línea discontinua representa los números impares como 1, 3, 5, 7...

Especificaciones Técnicas:

Rangos de medición	Madera: 6 ... 44 % otros materiales: 0,2 ... 2,0 %
Lectura	Madera: $\pm 1,0$ % otros materiales: $\pm 0,05$ %
Indicador	Pantalla LCD
Puntero de medición	Integrado en la carcasa, con una longitud total de 8 mm
Tipos de madera	En el aparato se encuentra introducida la curva de los tipos de madera más habituales y comerciales del mercado.
Temperatura ambiente	0 ... + 40 °C
Humedad ambiente	0 ... 85 % H.r.
Alimentación	3 baterías de CR 2032
Carcasa	Plástico ABS
Dimensiones	160 x 60 x 30 mm
Peso	129 g

7.4.2. Higrómetros HMT651, HMT651A

Lectura directa de la humedad en la madera y materiales de construcción (suelos y paredes).

Para poder comprobar la humedad de la madera y materiales de construcción dispone de dos instrumentos para esta aplicación, el modelo HMT651 y el modelo HMT651A.

Indicados y recomendados para montadores de parquet y tarima flotante, instaladores de moquetas, y otros profesionales que necesitan de un aparato simple, eficaz, sencillo y económico ambos modelos son recomendados.

Estos medidores compactos puede ser usado por expertos de la construcción, inmobiliarias, trabajos de albañilería, pintores, restauradores, agentes de seguros, pruebas de calidad, peritos, trabajos con maderas, para averiguar la cantidad de humedad residual en leña. En definitiva, todas aquellas actividades donde saber cuánto de seco está el suelo, o si la madera está lo suficientemente seca para ser utilizada, es importante.

La curva de calibración configurada en los medidores BM15 y BM20 corresponde a la media de todos los tipos relevantes de madera encontrados en Europa sobre la base de una temperatura de 20 °C en madera.

Ambos medidores muestran el contenido de humedad mediante una barra de progreso que señala la cantidad de humedad que el instrumento está registrando. Para que los valores se lean de manera correcta, la indicación de los valores de medición se muestra en forma de barras punteadas alternas continuas y discontinuas.

HMT651



¿Cómo obtener medidas de humedad en suelo, paredes, materiales de construcción y madera?

Una punta de flecha en el extremo izquierdo o derecho de estas barras indica el valor de lectura exacto en la escala de humedad en la dirección que apunte.

Las barras sin flecha indican valores intermedios en la escala de humedad correspondiente.

Los valores de lectura a la izquierda de la escala de humedad sirven para la medición de la humedad de la madera.

Si los valores de medición se encuentran por encima del margen de medición comprobable, la indicación de valores de medición mostrará un triángulo grande de advertencia en el extremo superior de las barras de indicación representadas hasta el margen de medición válido. Los valores de medición fuera del margen de medición no pueden considerarse como fiables.

El aparato de medición registra los valores de **humedad de la madera** en un margen comprendido **entre el 6 y el 44 %**.

El aparato de medición registra los valores de **humedad de los materiales de construcción** en un margen comprendido entre el **0,2 y el 2,0 %**.

Ventajas prácticas:

- Medidor de humedad en madera y materiales de construcción en un solo instrumento.
- Doble escala de medición, una para madera y otra para materiales de construcción (Productos derivados del Cemento)
- Con tapa protectora y clip de sujeción.
- Listo para su uso inmediato.
- Indicación del nivel de batería.
- Fácil manejo.

HMT651A



Este higrómetro es una mejora del modelo HMT651

Sus principales mejoras son:

- Mayor rango de humedad en madera, entre el 1 y el 45 %
- Mayor rango de humedad en materiales de construcción, entre el 0,2 y el 2,4 %
- Puntas de penetración sustituibles.
- Display digital con la medida numérica del valor de humedad.

El medidor de humedad para madera, suelo y paredes BM20 es un instrumento de medida semiprofesional para la determinación rápida y eficaz de la humedad en la madera y materiales de construcción usando el principio de resistencia.

Sus puntas de acero son fáciles de colocar y reemplazar. Estas puntas aseguran que el contacto sólido con el objeto sea probado y garantizado con lecturas eficaces sobre la humedad de la madera, la leña o los materiales de construcción suaves como el yeso, el estuco y capas de revestimiento.

Su escala de medida en barras y el valor de humedad adicional en porcentaje facilitan la lectura del display, donde existen dos escalas individuales, una para madera y otra para materiales de construcción, aumentando la exactitud aun más.

El cambio de modo de humedad de madera a modo de humedad de materiales de construcción y viceversa puede ser iniciado usando un modo de selección deslizante. Hay también un indicador del nivel de la batería en la funda protectora para probar el estado de la batería y mejorar su rendimiento.

Ventajas prácticas:

- Mediciones de humedad en madera y material de construcción con un único instrumento
- Doble escala de medición, una para madera y otra para materiales de construcción
- Rango extendido en comparación con el BM15
- Fácil colocación y reemplazo de las puntas de acero
- Modo de selección deslizante
- Indicación del nivel de batería
- Con tapa protectora y clip de sujeción.
- Autoapagado.

Es también increíblemente fácil de usar; solamente hay que quitar su funda protectora, clavar sus electrodos o puntos en el interior del material y ya está listo para medir.

Especificaciones Medidor de Humedad HMT651 y HMT651A	HMT651	HMT651A
Principio de medición	Método de resistencia	
Longitud del electrodo	aprox. 8 mm	
Diámetro del electrodo	aprox. 2.2 mm	

Humedad en madera	Rango de medición	6 - 44 %	1 - 45 %
	Exactitud	aprox. \pm 1 %	
Humedad en materiales de construcción	Rango de medición	0.2 - 2.0 %	0.2 - 2.4 %
	Exactitud	aprox. \pm 0.05 %	
Condiciones de uso		0 - 40 °C / 0 - 85 % R.H.	
Alimentación		3 pilas Cr2032	
Dimensiones		130 x 40 x 25 mm	139 x 47 x 25 mm

7.4.3. HM055



Humimeter BLW, medidor de humedad con electrodo, para medir el alto contenido de agua y la gran profundidad, para gestores de calefacciones de madera o biomasa, para suministradores de madera en rollo y leño.

Sus ventajas

- Alto campo de medición hasta 60%, contenido de agua, 150% humedad de madera..
- Reduce sus averías.
- No conversión entre humedad de madera y contenido de agua.
- Cálculo automático de promedio.

BLW con acopio de datos

- Manejo muy fácil.
- Memoria integrada y conexión de impresora.
- Lenguas de menú: alemán, inglés, italiano, francés, castellano.

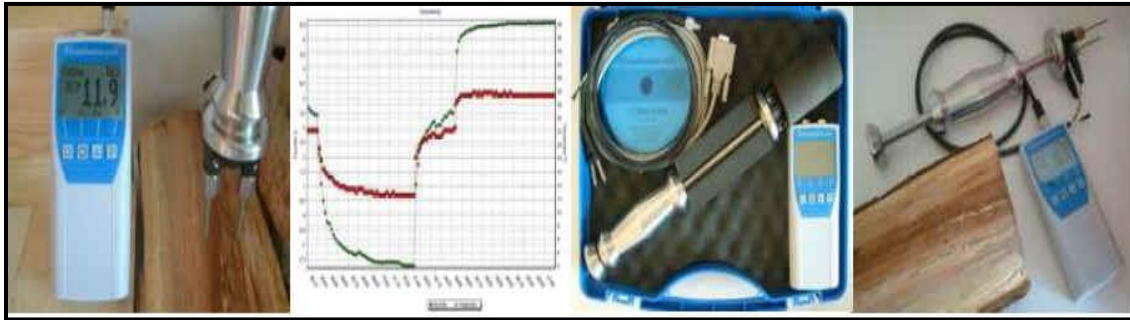
- Una nueva serie de portátiles revolucionarios y potentes para la medición de humedad con tecnología de sensor innovadora.

Solamente una medición exacta de humedad de biomasa madera en rollo y leño hacen posible un cálculo adecuado de gastos y rendimiento para el fabricante. El contenido de agua es decisivo para el poder calorífico, por eso la comprobación en la fabricación de biomasa y en la entrega de madera en rollo tiene una gran importancia. Se evitan los problemas, no se compra el agua al mismo precio que la madera.

Para el HM055 (medidor de humedad para biomasa, madera en rollo y leño) el proceso se realiza de forma instantánea y sin esfuerzo. Conecte el medidor, y lea el grado de humedad en el display; además se pueden guardar los valores en el instrumento, también pueden ser impresos por la impresora móvil o pueden ser transmitidos a un PC.

Datos técnicos:

- Medidor de humedad para la madera en rollo y leño con electrodo.
- Resolución 0,1%
- Rango de medición 10-60% contenido de agua máximo, dependiente de la categoría, 150% humedad de madera.
- Compensación de temperatura automática.
- Medición exacta porque el captador esta posicionado muy cerca del medidor.
- Temperatura ajustable a °C o °F.
- Resultado de la medición instantáneo sin preparación de prueba.
- Función Hold, memoria de valores para 10.000 valores con descripción de lugar de medición.
- Pantalla LC con iluminación.
- Con baúl, electrodo y pilas.



Se puede apreciar que las características técnicas de cada producto propuesto son más modernas, eficientes y eficaces que otros. Por ejemplo el modelo PCE-333 sería el que ofrece menos características técnicas, en cuanto a la disminución de tiempo y combinación con otros tipos de tecnología como: almacenar los datos obtenidos y conectarse a una computadora e imprimir, entre otros. Pero si satisface el obtener el grado de humedad en la madera que sería el objetivo principal; siendo el HM055 el más sofisticado; pero todo depende del propósito investigativo que se persiga y de los recursos económicos que posea un investigador. Como referencia de precios en el mercado europeo para: el PCE-333 tiene un valor 295 euros; el HMT651 tiene un valor de 79.95 euros y HTM651A 99.95 euros; el HM055 tiene un valor 1135 euros (todos estos precios no contienen IVA).

Es por ello que en todo proceso industrial se busca la rentabilidad y la eficacia de las operaciones realizadas, para lo cual es necesaria una homogeneidad en las condiciones de partida, que también nos garantizan una optimización desde un inicio y un estudio sobre GOH con el máximo rendimiento. Este precepto genérico, se aplica igualmente en el caso de un proceso de secado de madera, donde una uniformidad de la partida o adquisición de madera a secar influye positivamente en el resultado final del secado; así como en la conducción y regulación del propio proceso.

Esta uniformidad se consigue organizando las partidas de madera antes de su entrada en el secadero, estableciendo para ello una metodología de control, identificación y almacenaje, que permita disponer de material de partida lo más homogéneo posible; además nos permitirá tener un mejor control y realización de la toma de medida de la humedad. Los parámetros que nos permiten homogenizar las partidas de madera, se logra adecuando y optimizando las condiciones de secado más favorables en cada caso siendo: la especie, el contenido de humedad, las dimensiones y la calidad de la especie a secar.

Alcanzar un contenido óptimo de humedad en la madera puede ocasionar un impacto positivo o negativo para el Medio Ambiente y Recursos Naturales. Debido a este resultado final se abordarán parte de las leyes, decretos sobre la reglamentación, sostenibilidad, manejo y uso de los recursos forestales establecidas para Nicaragua:

7.5. Leyes, Decretos sobre reglamentación, manejo y uso Forestal de Nicaragua.

7.5.1. Ley NR 217. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

Título I

Capítulo I

Disposiciones Generales

Artículo 1.- La presente Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.

Artículo 2.- Las disposiciones contenidas en la presente Ley son de orden público. Toda persona podrá tener participación ciudadana para promover el inicio de acciones administrativas, civiles o penales en contra de los que infrinjan la presente Ley.

Artículo 3.- Son objetivos particulares de la presente Ley:

1) La prevención, regulación y control de cualquiera de las causas o actividades que originen deterioro del medio ambiente y contaminación de los ecosistemas.

2) Establecer los medios, formas y oportunidades para una explotación racional de los recursos naturales dentro de una Planificación Nacional fundamentada en el desarrollo sostenible, con equidad y justicia social y tomando en cuenta la diversidad cultural del país

y respetando los derechos reconocidos a nuestras regiones autónomas de la Costa Atlántica y Gobiernos Municipales.

3) La utilización correcta del espacio físico a través de un ordenamiento territorial que considere la protección del ambiente y los recursos naturales como base para el desarrollo de las actividades humanas.

4) Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, para garantizar la biodiversidad y demás recursos.

5) Garantizar el uso y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos, asegurando de esta manera la sostenibilidad de los mismos.

6) Fomentar y estimular la educación ambiental como medio para promover una sociedad en armonía con la naturaleza.

7) Propiciar un medio ambiente sano que contribuya de la mejor manera a la promoción de la salud y prevención de las enfermedades del pueblo nicaragüense.

8) Impulsar e incentivar actividades y programas que tiendan al desarrollo y cumplimiento de la presente Ley.

9) Las demás contenidas en esta Ley.

Artículo 4.- El desarrollo económico y social del país se sujetará a los siguientes principios rectores:

1) El ambiente es patrimonio común de la nación y constituye una base para el desarrollo sostenible del país.

2) Es deber del Estado y de todos los habitantes proteger los recursos naturales y el ambiente, mejorarlos, restaurarlos y procurar eliminar los patrones de producción y consumo no sostenibles.

3) El criterio de prevención prevalecerá sobre cualquier otro en la gestión pública y privada del ambiente. No podrá alegarse la falta de una certeza científica absoluta como razón para no adoptar medidas preventivas en todas las actividades que impacten el ambiente.

4) El Estado debe reconocer y prestar apoyo a los pueblos y comunidades indígenas, sean éstas de las Regiones Autónomas, del Pacífico o Centro del país, en sus actividades para la preservación del ambiente y uso sostenible de los recursos naturales.

5) El derecho de propiedad tiene una función social-ambiental que limita y condiciona su ejercicio absoluto, abusivo y arbitrario, de conformidad con las disposiciones de la presente Ley y de las leyes ambientales especiales vigentes o que se sancionen en el futuro.

6) La libertad de los habitantes, en el ámbito de las actividades económicas y sociales, está limitada y condicionada por el interés social, de conformidad con las disposiciones de la Constitución Política, la presente Ley y las leyes ambientales especiales vigentes o que se dicten en el futuro.

7) Las condiciones y contratos de explotación racional de los recursos naturales que otorga el Estado en las regiones autónomas de la Costa Atlántica deberán contar con la aprobación del Consejo Autónomo correspondiente. En los contratos de explotación racional de los recursos naturales ubicados en los municipios respectivos, el Estado solicitará y tomará en cuenta la opinión de los gobiernos municipales, antes de autorizarlos.

Capítulo II

Definiciones

Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

AMBIENTE: El sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven determinando su relación y sobrevivencia.

APROVECHAMIENTO: El uso o explotación racional sostenible de recursos naturales y ambientales.

CONSERVACIÓN: La aplicación de las medidas necesarias para preservar, mejorar, mantener, rehabilitar y restaurar las poblaciones, y los ecosistemas, sin afectar su aprovechamiento.

CONTROL AMBIENTAL: La vigilancia, inspección, monitoreo y aplicación de medidas para la conservación del ambiente.

DAÑO AMBIENTAL: Toda pérdida, disminución, deterioro o perjuicio que se ocasione al ambiente o a uno o más de sus componentes.

DOCUMENTO DE IMPACTO AMBIENTAL: Documento preparado por el equipo multidisciplinario, bajo la responsabilidad del proponente, mediante el cual se da a conocer a la autoridad competente y otros interesados los resultados y conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental, traduciendo las informaciones y datos técnicos en un lenguaje claro y de fácil comprensión.

DESARROLLO SOSTENIBLE: Mejorar la calidad de la vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan.

EDUCACIÓN AMBIENTAL: Proceso permanente de formación ciudadana, formal e informal, para la toma de conciencia y el desarrollo de valores, concepto y actitudes frente a la protección y el uso sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: Conjunto de actividades técnicas y científicas destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales de un proyecto y sus alternativas presentado en forma de informe técnico y realizado según los criterios establecidos por las normas vigentes.

ECOSISTEMAS: La unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y su relación con el ambiente.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) el instrumento de política y gestión ambiental formado por el conjunto de

procedimientos estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el ambiente.

IMPACTO AMBIENTAL: Cualquier alteración significativa positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocadas por acción humana y/o acontecimientos de la naturaleza en un área de influencia definida.

PERMISO AMBIENTAL: Documento otorgado por la autoridad competente a solicitud del proponente de un proyecto el que certifica que desde el punto de vista de protección ambiental la actividad se puede ejecutar bajo el condicionamiento de cumplir las medidas establecidas.

Capítulo II

De los Instrumentos para la Gestión Ambiental

Artículo 22.- Para el reconocimiento de recursos forestales se necesitará permiso de reconocimiento de parte del dueño de las tierras forestales privadas y de ADFOREST en tierras forestales estatales cuando se trate de extranjeros no residentes en el país. En tierras forestales estatales estas labores podrán realizarse libremente por nicaragüenses y extranjeros residentes en el país.

Artículo 25.- Los Proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro al ambiente o a los recursos naturales, deberán obtener, previo a su ejecución, el Permiso Ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. El Reglamento establecerá la lista específica de tipo de obras y proyectos.

Los proyectos que no estuvieren contemplados en la lista específica, estarán obligados a presentar a la municipalidad correspondiente el formulario ambiental que el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales establezca como requisito para el permiso respectivo.

Artículo 26.- Las actividades, obras o proyectos públicos o privados de inversión nacional o extranjera, durante su fase de preinversión, ejecución, ampliación, rehabilitación o

reconversión, quedarán sujetos a la realización de estudios y evaluación de impacto ambiental, como requisito para el otorgamiento del Permiso Ambiental.

Aquellos que no cumplan con las exigencias, recomendaciones o controles que se fijen serán sancionados por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. El costo del estudio del impacto ambiental estará a cargo del interesado en desarrollar la obra o proyecto.

Artículo 27.- El sistema de permisos y evaluación de impacto ambiental será administrado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con las instituciones que corresponda. El MARENA estará obligado a consultar el estudio con los organismos sectoriales competentes así como con los Gobiernos Municipales. En el caso de las Regiones Autónomas de la Costa Atlántica el sistema será administrado por el Consejo Regional respectivo, y en coordinación con la autoridad que administra o autoriza la actividad, obra o proyecto en base a las disposiciones reglamentarias, respetándose la participación ciudadana y garantizándose la difusión correspondiente.

Artículo 28.- En los Permisos Ambientales se incluirán todas las obligaciones del propietario del proyecto o institución responsable del mismo estableciendo la forma de seguimiento y cumplimiento del permiso obtenido.

Artículo 29.- El permiso obliga a quien se le otorga:

- 1) Mantener los controles y recomendaciones establecidas para la ejecución o realización de la actividad.
- 2) Asumir las responsabilidades administrativas, civiles y penales de los daños que se causaren al ambiente.
- 3) Observar las disposiciones establecidas en las normas y reglamentos especiales vigentes.

Artículo 30.- El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales en base a la clasificación de las obras de inversión y el dimensionamiento de las mismas, emitirá las normas técnicas, disposiciones y guías metodológicas necesarias para la elaboración de los estudios de impacto ambiental.

7.5.2. REGLAMENTO FORESTAL

Decreto No. 45-93

CAPÍTULO VIII

Del Procedimiento para obtener un Permiso de Aprovechamiento Forestal

Artículo 29.- Para obtener un permiso de aprovechamiento forestal se deberá presentar una solicitud por escrito ante el SFN-IRENA en el Departamento, adjuntando original o fotocopia, certificada notarialmente, de certificación registral o del Título de Dominio del fundo donde se encuentra el bosque que se desea aprovechar o en su caso escritura pública de cesión de derechos para aprovechamiento de madera, y cumplir con las normas técnicas establecidas.

Artículo 30.- Una vez cumplidos los requisitos del artículo anterior, el respectivo funcionario del SFN-IRENA deberá previa inspección del lugar, otorgar o denegar el permiso en un plazo no mayor de 30 días. Si en este plazo el SFN-IRENA no se ha pronunciado, el interesado tendrá derecho a recurrir ante el Superior inmediato de quien deba otorgar el permiso para que lo otorgue en un plazo no mayor de tres días.

Artículo 31.- Para el transporte desde los sitios de acopio de la madera extraída bajo un permiso de aprovechamiento deberán obtenerse las Guías Forestales de Transporte.

Artículo 32.- Concluidas las operaciones de aprovechamiento, se informará de ello al SFN-IRENA dónde fue extendido el permiso, para que se realice inspección del sitio y se constate que se ha cumplido con las normas estipuladas, de lo cual se obtendrá una constancia escrita en su caso. Si hay incumplimiento se levantará acta donde conste dicho incumplimiento y los daños causados.

Artículo 33.- Para obtener permiso de aprovechamiento en áreas de cultivos perennes además de cumplir con los otros requisitos anteriormente señalados, el solicitante deberá cumplir con las Normas Técnicas emitidas por el SFN-IRENA.

Artículo 34.- Para la obtención de permisos de aprovechamiento de madera caída por causas naturales, debidamente comprobadas por un Inspector Forestal, se debe cumplir con el Artículo 22 del presente Reglamento.

Artículo 35.- En la obtención de permisos de aprovechamiento de leña se deberá además cumplir con las Normas Técnicas específicas que emita el SFN-IRENA. Este aprovechamiento sólo se podrá realizar en las áreas previamente aprobadas para tal fin por el mismo Servicio Forestal.

CAPÍTULO XI

De las Normas de Protección al Bosque

Artículo 48.- Las Normas Técnicas y Disposiciones Administrativas que emita el SFN-IRENA para regular la actividad forestal, son de obligatorio cumplimiento en todo el ámbito nacional para el aprovechamiento y manejo forestal, tanto en tierras estatales como en privadas.

Artículo 49.- No se permite el corte comercial ni el transporte de madera en las áreas con bosques de protección, en áreas protegidas o de uso especial o en Parques Nacionales.

Artículo 50.- Está prohibida la tala a nivel del suelo o tala agrícola en un área de 200 metros a ambos lados de las riberas de alimentación de manantiales, ríos, lagunas y estanques de carácter permanente.

Artículo 51.- En suelos con pendientes mayores del 15% y menores del 35% el aprovechamiento solamente podrá llevarse a cabo cumpliendo las normas técnicas y de conservación que establezca el SFN-IRENA.

Artículo 52.- El beneficiario de permiso de aprovechamiento elaborará y ejecutará un Plan mínimo de Prevención, Control y Defensa contra incendios forestales. Deberá colaborar, en la medida de sus posibilidades, en las actividades de prevención y combate de incendios forestales en bosques vecinos al suyo y permitirá el acceso a las autoridades a su propiedad para ejercer actividades de prevención y combate de incendios.

Artículo 53.- No se permite el cambio de uso de tierras forestales cubiertas con bosque salvo para Proyectos de Interés Nacional, de acuerdo a un Estudio de Impacto Ambiental y con la aprobación previa del SFN-IRENA.

Artículo 54.- Una vez concluido el aprovechamiento forestal, la protección contra pastoreo e incendios forestales será obligación del dueño de la tierra y estará bajo su responsabilidad. En caso de plagas es obligación del dueño dar aviso inmediato a la oficina del SFN-IRENA, más cercana.

CAPÍTULO XIII

De las Exportaciones

Artículo 58.- La exportación de madera en rollo y timbre, está prohibida conforme la legislación vigente. Se exceptúa de esta prohibición a aquellas maderas que por su naturaleza o destino, no puedan o no deban procesarse en el país o cuando exportarlas represente un beneficio económico para el país debidamente justificado ante el SFN-IRENA.

Artículo 59.- El SFN-IRENA podrá solicitar a los peritos del Laboratorio de Tecnología de la Madera de IRENA, la comprobación de que el cargamento de madera a exportar coincide en cantidad, calidades y especies con las especificaciones detalladas en la factura.

7.6. CITES

Estas leyes y reglamentos son establecidos por el gobierno de Nicaragua; pero también cabe hacer mención de los acuerdos que el país nicaragüense posee para la preservación y

conservación de nuestro ecosistema. Para ello se abordará Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES):

CITES, es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para su supervivencia.

Se redactó como resultado de una resolución aprobada en una reunión de los miembros de la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza), celebrada en 1963. El texto de la Convención fue finalmente acordado en una reunión de representantes de 80 países en Washington DC, Estados Unidos de América, el 3 de marzo de 1973, y entró en vigor el 1 de julio de 1975.

Este acuerdo internacional al que los Estados (países) se adhieren voluntariamente. Los Estados que se han adherido a la Convención se conocen como “Partes”. Aunque la CITES es jurídicamente vinculante para las Partes, en otras palabras, tienen que aplicar la Convención, no por ello suplanta a las legislaciones nacionales. Bien al contrario, ofrece un marco que ha de ser respetado por cada una de las Partes, las cuales han de promulgar su propia legislación nacional para garantizar que la CITES se aplica a escala nacional.

Según la CITES exterioriza una preocupación indudable. “Se estima que anualmente el comercio internacional de vida silvestre se eleva a miles de millones de dólares y afecta a cientos de millones de especímenes de animales y plantas. El comercio es muy diverso, desde los animales y plantas vivas hasta una vasta gama de productos de vida silvestre derivados de los mismos, como los productos alimentarios, los artículos de cuero de animales exóticos, los instrumentos musicales fabricados con madera, la madera, los artículos de recuerdo para los turistas y las medicinas. Los niveles de explotación de algunos animales, plantas son elevados y su comercio, junto con otros factores, como la destrucción del hábitat, es capaz de mermar considerablemente sus poblaciones e incluso hacer que algunas especies estén al borde de la extinción. Muchas de las especies objeto de comercio no están en peligro, pero la existencia de un acuerdo encaminado a garantizar la sustentabilidad del comercio es esencial con miras a preservar esos recursos para las generaciones venideras”.

Debido a tal preocupación, respecto al buen uso que deberían tener de los recursos naturales y principalmente de la madera, Nicaragua es uno de los países que ha optado por elaborar e implementar documentos sobre el Diámetro a la Altura del Pecho en los árboles en pie (DAP), que normalmente se mide a 1.3 metros sobre el nivel del suelo, con el objetivo final de estimar la cantidad real útil que se aprovecha de un árbol y poder controlar la tala ilegal.

7.6.1. Estandarización de Unidades de Medida y Cálculos de Volumen de Madera.

La preocupación latente de las diferentes instituciones por lograr un buen y legal uso del recurso forestal (madera), siendo principal intermediario a esta problemática el Instituto Nacional Forestal (INAFOR); elaboró un documento que sirve de guía para la estandarización y estimación del cálculo del volumen de la madera. A continuación se abordará dicho documento:

La directora de Planificación Forestal de INAFOR (Julio 2004), Licenciada María Eugenia Rosales expresa: “Consideramos de suma importancia el fortalecer las capacidades técnicas del personal del Instituto Nacional Forestal en el aspecto de cubicación de madera en rollo o procesada ya que es una parte sensible de las actividades forestales.

Por tanto, se pretende que el presente documento sirva como una guía a ser utilizada como consulta práctica para realizar la medición y cuantificación de la madera en sus diversas formas, como también demos por iniciado el proceso de estandarización de las unidades y métodos empleados para dicho fin.”

7.6.1.1. GLOSARIO

ÁREA BASAL: Superficie del área proyectada en metros cuadrados que ocupa un árbol a la altura del pecho. Para un árbol individual se denomina AB, g y para un rodal G.

ALTURA COMERCIAL: Distancia vertical entre el nivel del tocón (0.30 m) y la posición terminal más alta de un árbol. En el caso de pinos , o hasta donde inicia la ramificación principal de los árboles caso latifoliadas.

ALTURA TOTAL: Distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema terminal más alta de un árbol.

CARGA: Es una estimación de volumen utilizada generalmente en el transporte de leña y corresponde a 25 pulgadas de alto por 26 pulgadas de ancho por 5 varas de largo

CUARTON: Pieza de 4 a 6 pulgadas grosor

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho en los árboles en pie, normalmente se mide a 1.3 mts sobre el nivel del suelo.

FUSTE: Es la parte del árbol que se comercializa, tronco del árbol, que puede identificarse hasta su cúspide (en conífera), o confundirse en la ramificación de la copa (Latifoliadas).

FLETE O CARRETA: Es una medida tradicional de trozas aserrables, un flete es aproximado a 333 pie doyle.

GAMBAS O ALETONES: También se llaman raíces tablares. Son aquellas raíces en forma de Tablones, que en su arranque en la base del tronco forman una especie de contrafuerte, radican de la base del tronco desarrollándose cada una igual o desigualmente, tomando la forma laminar se arrastran en el suelo y se levantan sobre el

MADERA EN ROLLO: Trozo del árbol apto para su procesamiento industrial, es utilizada en forma cilíndrica con o sin corteza, al cual puede encontrarse en trozas o en fuste.

MADERA EN PIE: Árbol en su estado natural.

METRO CÚBICO (m³ p): Volumen de un árbol en pie, excluyendo el tocón y las ramas pero incluyendo la corteza.

METRO CÚBICO SÓLIDO CON CORTEZA (m³scc): Volumen real incluyendo la corteza.

METRO CÚBICO SÓLIDO SIN CORTEZA (m³ssc): Volumen real excluyendo la corteza.

METRO CÚBICO APILADO (m³ a): Volumen de madera con corteza, trozada y apilada, este volumen incluye los espacios de aire entre las trozas se obtiene multiplicando los promedios de longitud, ancho y alto de la madera apilada.

MANOJO: Corresponde a 5 piezas de leña, con longitud de 1 Vara.

MEDIDA STEREO: Es una estimación del volumen de madera, transportada o apilada, la cual se expresa obteniendo el ancho, largo y alto promedio de la carga utilizando un factor de espaciamiento.

MARCA: Volumen de madera con corteza trozada y apilada, siendo sus dimensiones 2 varas de ancho, 2 varas de largo y 1 vara de altura.

PIE TABLAR: Es una medida inglesa, de uso tradicional, el cual corresponde a 1 pie de ancho por 1 pie de largo por 1 pulgada de grosor.

PULGADA VARA: Es una medida tradicional, muy utilizadas en la cubicación madera aserrada, corresponde a 1 pulgada de ancho por 1 vara de largo y 1 pulgada de grosor.

PIE DOYLE: La tabla doyle expresa el probable contenido de madera aserrada medida en pie tablar, por tanto el pie doyle es un medida estimada del pie tablar, ya que se basa en una relación matemática empírica, es una medida inexacta.

TOCON: Parte inferior del tronco de un árbol que queda unida a la raíz cuando se corta por el pie; normalmente tiene una altura aproximada de 0.3 m. Cuando hay gambas, la altura del tocón va hasta un punto en el tronco arriba de las gambas.

TROZA: Cualquier sección de un fuste o de las ramas más gruesas de un árbol cortado.

TABLA: Pieza que tiene 1 pulgada de grosor

TABLON: Pieza de 1.5 a 3.5 pulgadas de grosor

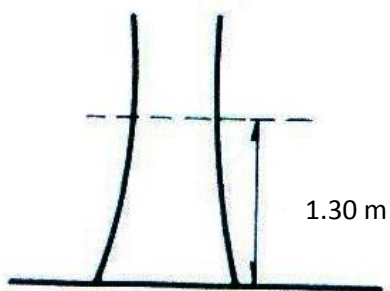
TIMBER: Pieza de madera aserrada por las cuatros caras con dimensiones de ocho (8) pulgadas o más por cara.

VOLUMEN: Cantidad de madera de un árbol o masa boscosa rinde, según una unidad de medida determinada (metros cúbicos, pie tablares, pulgadas varas)

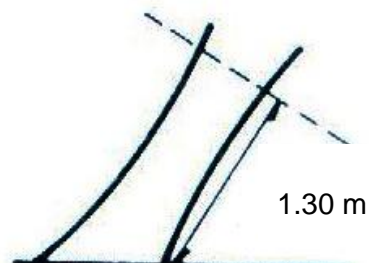
7.6.1.2. Medición y Cubicación Forestal

El diámetro del árbol se mide a 1.30 mts sobre el nivel del suelo, a este se le conoce como Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Para la obtención de esta medida se utiliza la forcípula o la cinta dimétrico. La forcípula es más cómoda para medir árboles hasta 50 cm de DAP, para árboles más gruesos, se utiliza la cinta dimétrico. La cinta dimétrico, comparada con la forcípula proporciona una lectura más exacta. En muchos casos se utiliza la cinta métrica para medir los DAP, en este caso medimos la circunferencia del árbol, para obtener el diámetro dividimos el resultado entre 3.1416 para obtener el diámetro.

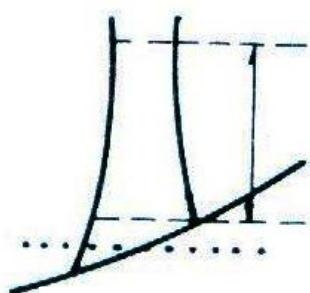
Mediciones del DAP en diferentes tipos de terrenos:



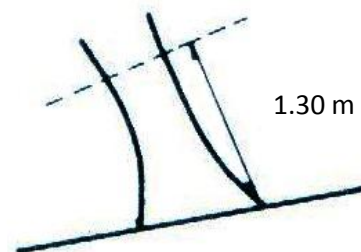
La medición se toma a 1.30 m al ras del suelo



La medición se toma a 1.30 m por el lado hacia donde se inclina el árbol



La medición se toma a 1.30m por el lado superior de la pendiente

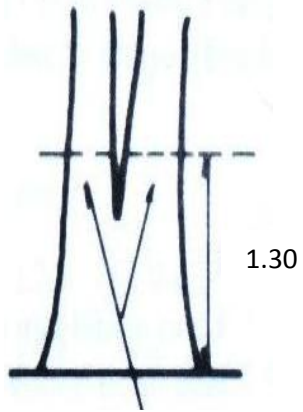


La medición se toma a 1.30m, por la parte superior de la pendiente

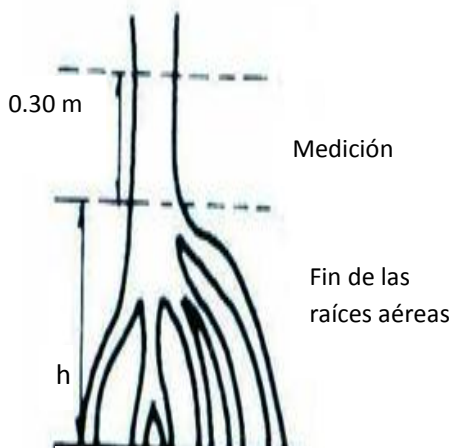
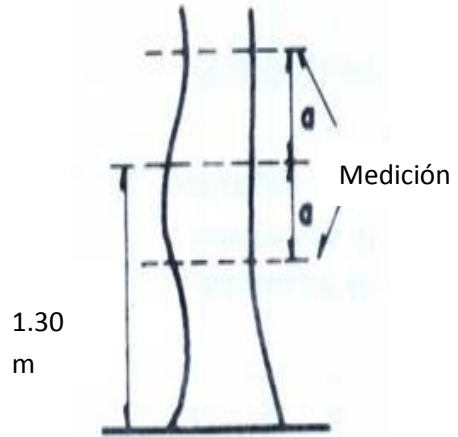
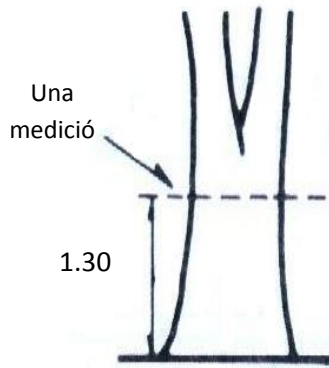
Mediciones del DAP según las características del árbol

Casos:

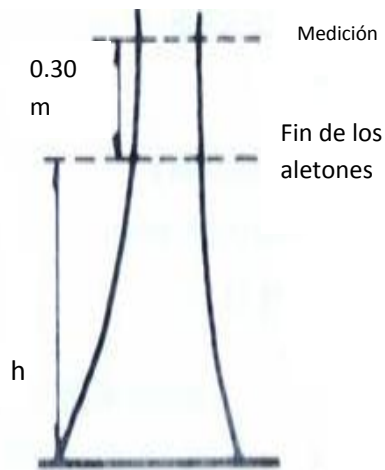
- 1.- Cuando la altura de los aletones supera los 1.3 mts sobre el nivel del suelo
- 2.- Bifurcación por debajo de 1.3 mts sobre el nivel del suelo
- 3.- Bifurcación arriba de los 1.3 mts sobre el nivel del suelo
- 4.- Cuando el árbol a los 1.3 mts sobre el nivel del suelo presenta deformación
- 5.- Cuando el árbol presenta deformación antes e inmediatamente después de 1.3 mts sobre el nivel del suelo presenta deformación.



Dos mediciones se consideran un árbol



Si la altura de las raíces es menor que los 1.30m



Si la altura de los aletones es mayor que los 1.30m

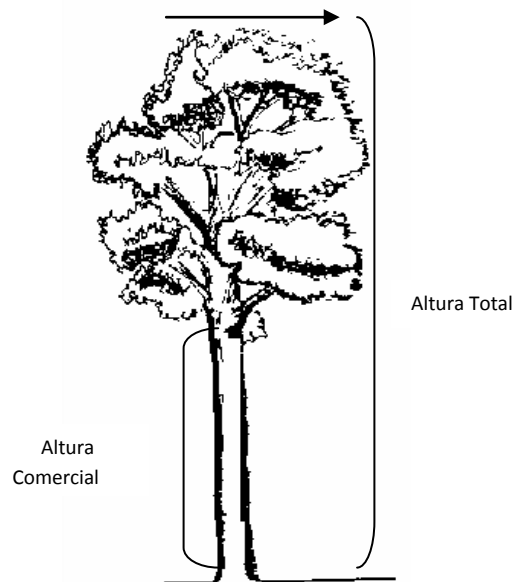
Altura

La altura del un árbol se define como la distancia del suelo a la punta o ápice del árbol, a lo largo del fuste se mide en metro, los instrumentos utilizados para medir las alturas en los árboles son: Hipsómetros, Silva, Blumeleiss, Haga, entre otros.

La altura se puede expresar como altura total, común en los pinares, o altura comercial común en latifoliadas.

Altura total: La altura total del árbol es la distancia medida a partir de la base del árbol a la punta o ápice del árbol, en metros.

Altura comercial: La altura comercial, se toma del DAP hasta donde inicia la ramificación principal de los árboles, esta situación es más común en latifoliadas.



7.6.1.3. Volumen de los árboles en pie

Se define como la cantidad de madera estimada en metros cúbicos a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen puede ser total o comercial, sin incluir las ramas. Depende a partir de que se tomen las alturas, si es altura comercial, o altura total. En latifoliadas normalmente se calcula el volumen comercial del fuste.

La fórmula comúnmente utilizada para árboles en pie en latifoliadas es:

$$V = 0.7854 \times DAP^2 \times ff \times L$$

$$V = AB \times ff \times L$$

$$AB = \frac{DAP^2 \times 3.146}{4}$$

Donde:

V: Volumen comercial del árbol (metros cúbicos)

DAP: Diámetro a la altura del pecho (metros)

ff: Factor de forma (0.70 en latifoliadas y 0.47 en pino)

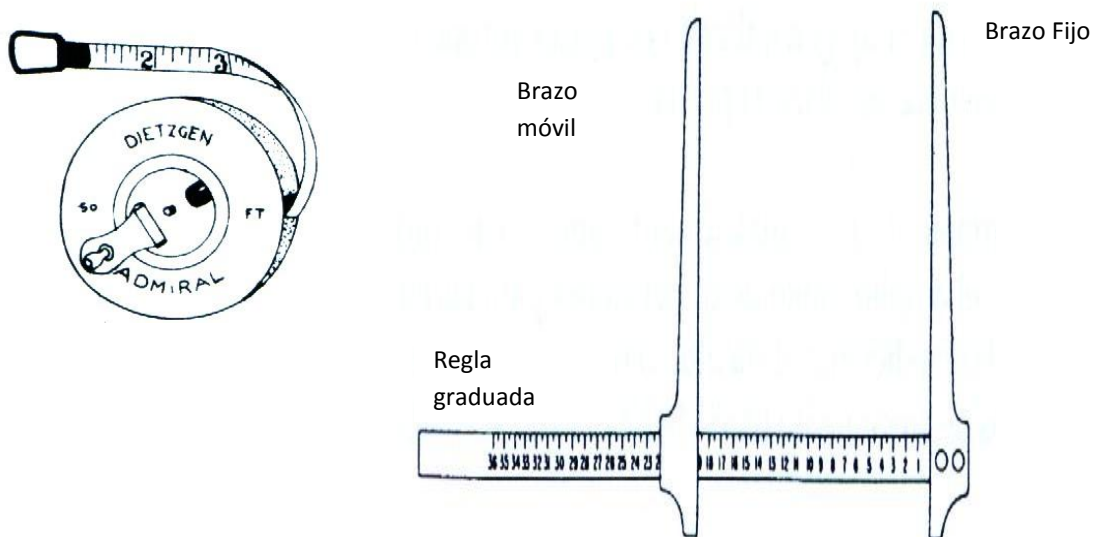
L: Altura comercial del fuste

AB: Área basal (metro cuadrado)

Hay tres formas para determinar el volumen de una troza, a partir del diámetro:

- 1.- Diámetro tomado en cuenta el extremo menor de la troza
- 2.- Diámetro promedio de ambos extremos (Smalian)
- 3.- Diámetro en el medio de la troza (Huber)

En los tres casos anteriores, el diámetro se puede medir con la cinta dimétrica o con la forcípula, es común que utilicen cintas métricas, en este caso debe de medir en cada uno de los extremos de la troza y se obtiene un promedio del diámetro.



1) Volumen a partir del diámetro menor

$$V = \frac{D_{menor}^2}{4} \times 3.1416 \times L$$

Donde,

V: Volumen, m³ scc (metros cúbicos sólidos con corteza)

Dmen: Diámetro, extremo menor de la troza, en metros.

L: Longitud de la troza, en metros.

2) Volumen a partir de diámetros extremos (Samalian)

$$V = \frac{(D_{menor} + D_{mayor})^2}{16} \times 3.1416 \times L$$

Donde,

V: Volumen, m³ scc (metros cúbicos sólidos con corteza)

Dmen: Diámetro, extremo menor de la troza, en metros.

D mayor: Diámetro, extremo mayor de la troza, en metros.

L: Longitud de la troza, en metros.

3) Volumen a partir del diámetro en el medio de la troza (Huber)

$$V = \frac{(D_{med})^2}{4} \times 3.1416 \times L$$

Donde:

V: Volumen, m³ scc (metros cúbicos sólidos con corteza)

Dmed: Diámetro en el extremo medio de la troza, en metros.

L: Longitud de la troza, en metros.

7.6.1.4. Madera Procesada

La madera procesada puede catalogarse de diversas formas, según el grado de procesamiento: madera en tablón, tabla, regla, o según su almacenamiento. Para la cubicación de madera procesada, se utilizan medidas tradicionales con un alto de grado de aceptación y de exactitud, las utilizadas son el Pie tablar (PT) y la Pulgada vara, sin embargo como institución utilizaremos como unidad básica para expresar el volumen el metro cúbico, la cual es una medida de uso internacional.

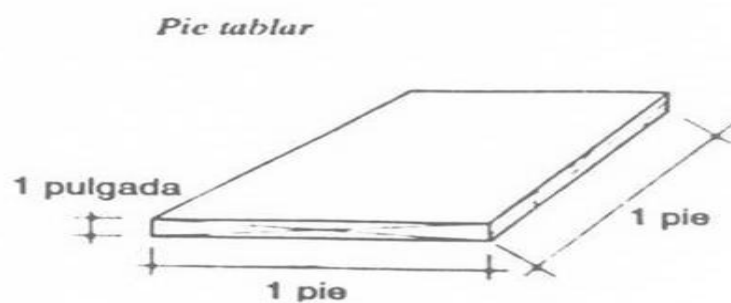
1) Pie Tablar

Es una medida inglesa común mente utilizada en nuestro país, para calcular volúmenes de madera aserrada.

Fórmula:

$$V = \frac{a \times l \times g}{12}$$

$$\boxed{1 \text{ PT: } 0.00236 \text{ m}^3}$$



Donde:

V: Volumen en Pie Tablares (PT)

L: Largo en pies

G: Grosor en pulgada

A: Ancho en pie

2) Pulgada vara

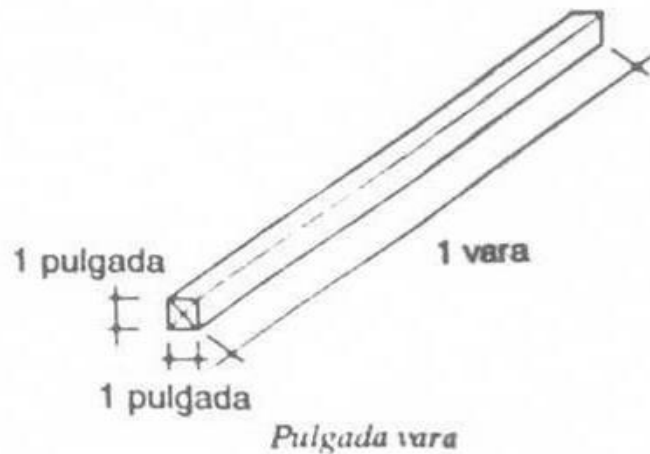
Es una forma común de calcular el volumen de madera aserrada, principalmente en los lugares donde se comercializa madera a granel, la fórmula para el cálculo del volumen en pulgada vara es:

$$V = g \times a \times l$$

$$1 \text{ Pv: } 0.000542 \text{ m}^3$$

Donde:

- V: Volumen en pulgada vara
- G: Grosor en pulgada
- L: Largo en varas
- A: Ancho en pulgadas



Hasta ahora hemos abordado las leyes, reglamentos y decretos que establecen el aprovechamiento de los recursos forestales, el DAP como metodología para el cálculo real de volumen exportable por cada árbol; pero la principal actividad de estos documentos es el aprovechamiento de la madera, que se da por medio de la tala y que en algunos casos induce al despale ilegal. Es por ello que los ministerios como el MAGFOR, se ha preocupado y visualizado la necesidad de reforestar, por lo consiguiente se abordará parte del plan estratégico para el desarrollo de plantaciones y reforestación en el trópico seco de Nicaragua.

7.6.2. Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico Seco de Nicaragua.

7.6.2.1. Diagnóstico de Recursos Forestales

Son variados los estudios y / o publicaciones que destacan el alto potencial para la producción forestal con que cuenta Nicaragua. Igualmente se destaca la alta presión a que

es sometido el recurso forestal para la generación de bienes y servicios (principalmente la primera), de manera que año a año ve reducida la superficie que cubre dicho recurso. Basado en un análisis comparativo de los mapas forestales de 1983 y 2000, la FAO (2004) determinó que en el período comprendido entre ambos mapas, se dio una pérdida promedio anual de 73,140 ha, para una tasa de deforestación neta del 1.17%.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Forestal de 1985, las áreas aptas para repoblación forestal que incluye suelos de alta y baja productividad son las siguientes: para la región del Pacífico se estimaron 1.46 millones de hectáreas, para la región Central 0.49 millones de hectáreas y la región del Atlántico con 0.61 millones, para sumar un total general de 2.56 millones de hectáreas (IRENA, 1992). De esto, poco más de 1.5 millones de hectáreas están en la zona seca del país, que comprende principalmente la región del Pacífico y parte de la región Central.

Nicaragua posee ventajas comparativas para promover un plan de desarrollo y fomento forestal, siendo las principales las siguientes (MAGFOR, 2003):

- ✓ Áreas con características ecológicas excelentes para el crecimiento y desarrollo de especies forestales de alto valor comercial.
- ✓ Abundante disponibilidad de tierras con buenos precios de adquisición.
- ✓ Interés creciente de propietarios de tierras para el establecimiento de plantaciones como cultivo alternativo.
- ✓ Disponibilidad de mano de obra productiva y barata y personal técnico calificado.
- ✓ Posición geográfica estratégica frente al mercado internacional.

Según el estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en Nicaragua (FAO 2004), entre 1970 y el año 2000 se establecieron 58,436 hectáreas. Muchas de estas plantaciones se establecieron en sistemas agroforestales, silvopastoriles, plantaciones energéticas y maderables (mixtas y puras). Sin embargo, la mayoría de estas plantaciones no alcanzaron su madurez debido a la falta de mantenimiento y al enfoque ambiental y no productivo – económico con que fueron establecidas.

INAFOR tiene a su cargo el Registro Nacional Forestal donde deben ser inscritas, entre otras cosas las superficies reforestadas en el país. Sin embargo dicho Registro es de reciente

origen y en él se inscriben las tierras reforestadas cuyos propietarios buscan algún tipo de apoyo económico (incentivos) por parte del estado u otros organismos. Hasta el momento no hay una manera de garantizar que sean inscritas todas las tierras que se han reforestado ya que no hay obligatoriedad para hacerlo. En el año 2003 se inscribieron 2,043.11 hectáreas de plantaciones, establecidas la gran mayoría por el Ingenio San Antonio en Chichigalpa (casi 1800 ha). En lo que va del año 2004 se han inscrito un total de 553.02 hectáreas.

Actualmente, el INAFOR como ente regulador de la actividad forestal nacional, no tiene certeza de la cantidad de tierras reforestadas y del estado en que se encuentran las plantaciones Sin embargo se habla en general de la existencia de 40 mil hectáreas reforestadas, planteándose una meta de reforestación de 60 mil hectáreas para los próximos cinco años (2005 – 2009), según la matriz de planificación del sector forestal en el Plan Nacional de Desarrollo. La información de las tierras reforestadas anteriormente es muy difusa y se encuentra dispersa, no están inscritas en el Registro Nacional.

Se espera que con la entrada en vigencia de la “Ley de conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal”, las áreas destinadas a la reforestación se vean aumentadas, merced a los incentivos otorgados por dicha ley. Dichos incentivos son de índole fiscal y su aplicación aún no ha sido reglamentada, aunque se está trabajando en esto de manera que pueda ser aplicable y sea acorde con la política fiscal nacional.

7.6.2.2. Estrategia para el desarrollo de Plantaciones Forestales

Objetivo general del plan de reforestación:

Promover el desarrollo y manejo sostenible del sector forestal, a través de plantaciones acorde a sistemas agroforestales, como una alternativa viable para elevar la calidad de vida de la población, ligada al recurso y que sirva como eje de crecimiento de la economía nacional.

Objetivos específicos

- ✓ Establecer plan de manejo sostenible de las plantaciones agroforestales con especies y productos maderables y no maderables de valor comercial importante.

- ✓ Identificar y clasificar los sitios del trópico seco con mejores condiciones para el establecimiento productivo de plantaciones y sistemas agroforestales de alto valor comercial o de relevancia comercial para el desarrollo de finca agropecuaria y municipal.
- ✓ Promover y asegurar la disponibilidad de recursos financieros para el establecimiento y manejo de plantaciones y sistemas agroforestales, a través de la producción de madera y otros productos de alto valor y pago por servicios ambientales.
- ✓ Promover un plan de investigación forestal aplicada, capacitación y asistencia técnica, evaluación y monitoreo, como mecanismos de apoyo necesarios para impulsar el desarrollo del sector forestal con fines de reforestación, manejo productivo de plantaciones y sistemas agroforestales.

Fases de intervención

El desarrollo operacional de la estrategia para la implementación y desarrollo de plantaciones forestales, esté definida para un horizonte inicial de 15 años, divididos en tres fases principales:

Fase 1: 2005 – 2009 o fase detallada

Fase 2: 2010 – 2015 o fase semidetallada

Fase 3: 2016 – 2020 o indicativa

En la fase I, se definen acciones de reforestación anual, así como el plan de inversión anual y mecanismo de implementación durante un período de cinco años, definidos por zonas, departamentos y municipios.

En la fase II y III, se definen acciones y plan de inversión de forma global por zonas y departamentos.

7.6.2.3. Relación problema, componente y líneas de acción para el establecimiento de Plantaciones y SAF

COMPONENTE	PROBLEMA	LINEA DE ACCIÓN	ACTIVIDADES
Manejo de Plantaciones forestales	Poco fomento de reforestación	Fomento de plantaciones forestales comerciales en zonas prioritarias	<ul style="list-style-type: none"> Plan estratégico para desarrollar plantaciones Identificación de zonas y especies potenciales y prioritarias para plantaciones y reforestación. Plan de inversión Consulta amplia a diferentes sectores
	Ausencia de experiencia en cosecha		
	Protección forestal deficiente		
	Disminución de cobertura forestal		
	Áreas marginales para reforestación / Baja		
	Falta de semillas de buena calidad		
	Escasez de madera en la zona		
	No hay seguimiento a plantaciones		
	Poco o nulo financiamiento e incentivos para		
	Tecnología de viveros y manejo de plantaciones		
Baja calidad de la semilla forestal			
Capacitación, Asistencia Técnica e Investigación	Poco fomento a la reforestación	Desarrollar un plan de Capacitación y asistencia Técnica, que apoye el fomento e implementación de plantaciones forestales	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Capacitación, asistencia Técnica y otros servicios de apoyo, relacionados Estrategia organizacional para desarrollar el plan Consulta amplia a diferentes sectores y actores
	Poca capacidad en el tema de manejo forestal: viveros, semillas,		
	Incipiente educación ambiental y		
	Baja capacidad en gestión y desarrollo		
	Asistencia técnica, capacitación e investigación,		
Deficiencia en centros de formación y capacitación forestal			
Financiamiento e incentivos	Poco o ningún financiamiento al	Diseño e implementación de un plan de inversión pública para la reforestación comercial.	<ul style="list-style-type: none"> Necesidades cronológicas de financiamiento Identificar y proponer un mecanismo de financiamiento e incentivos.
	El interés de los productores por la reforestación		
	No hay transferencias de impuestos fiscales a las municipalidades		
	Falta de financiamiento para reconversión Tecnológica Bajos precios de productos forestales y altos		

COMPONENTE	PROBLEMA	LINEA DE ACCIÓN	ACTIVIDADES
Industria, mercados y comercialización	Tecnología industrial obsoleta		Estrategia para el desarrollo de la industria • Sistema de información de mercados y comercialización
	Poca diversidad de mercados		
	Inadecuada organización gremial para comercialización de productos forestales		
	Difícil a acceso a mercados internacionales		
Información forestal	Escasa información técnica e investigación forestal nacional y el área	Potenciar y mejorar el Sistema Información Forestal Nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las fortalezas y debilidades del actual sistemas de información • Búsqueda de financiamient o para mejorar el sistema • Plan de acción • Promoción de la ley
	Inexistente sistema de evaluación y seguimiento de proyectos		
	Registro nacional forestal incompleto		
	Ley forestal continúa sin aplicarse y no está reglamentada		
	Competencia desleal creada por la ilegalidad		
	Deficiente promoción y divulgación de tecnologías forestales		
	Información de mercados, precios, incentivos, ley, deficiente		

7.6.2.4. Lineamientos para generar mayor valor agregado

La plantación de árboles requiere una inversión importante, cercana a los US \$1,000 / ha para los primeros cinco años, considerando la inversión total hasta alcanzar el turno de aprovechamiento final. Esta inversión asciende a más de US \$2,000 / ha, se requiere por lo tanto de estrategias y acciones dirigidas a obtener productos forestales con el mayor valor posible en el mercado, con el fin de recuperar esa inversión y obtener un margen de rentabilidad atractivo, que incentive a los reforestadores a continuar con esta actividad.

En línea con esa premisa, el desarrollo de fincas forestales en el trópico seco de Nicaragua debe contemplar algunos elementos estratégicos básicos para generar mayor valor agregado a los productos de las plantaciones forestales. Entre estas estrategias se proponen las siguientes:

1. Destinar las plantaciones hacia aquellos productos principales con mayor valor en el mercado. Varias investigaciones del CATIE en países de América Central, han demostrado que un mismo fuste (cierto volumen de madera) se puede comercializar a precios significativamente diferentes, al transformarlo en distintos productos (como: leña, postes, piezas para viviendas y construcciones rurales, trozas para aserrío de pequeñas dimensiones). Estos productos tienen diferentes precios en el mercado, en consecuencia el valor total de un mismo volumen de madera varía considerablemente si se vende transformado en uno u otro producto. En este sentido la estrategia del Programa debe consistir en establecer y manejar plantaciones que tengan como destino la obtención de los productos más rentables.

2. Aprovechar todas las partes comerciales del árbol: los resultados de varias investigaciones muestran también que en la mayoría de los aprovechamientos forestales se extrae solo el producto principal, que son las trozas para aserrío de mayores dimensiones, quedando más del 50% del árbol en el bosque. Durante la cadena de transformación de la madera se desperdician además importantes volúmenes de madera residual. Para subsanar esta situación, el programa de desarrollo de fincas forestales debe propiciar el aprovechamiento de todas las partes comerciales del árbol, para obtener diferentes productos de menor valor, como leñas, postes, piezas para construcción rural y trozas pequeñas para aserrío. Esto requiere el diseño de sistemas de aprovechamiento forestal integrado y el desarrollo de tecnologías para aprovechamiento de diámetros menores, así como el desarrollo de industrias forestales especializadas en la elaboración de productos con materia prima de pequeñas dimensiones.

3. Venta de madera con mayor grado de elaboración, en vez de vender la madera en pie. La práctica común en casi todos los países de América Central, consiste en vender la madera en pie. Se estima que más del 60% de los productores venden los árboles en pie;

también se ha determinado que esto ocurre por la carencia de conocimientos, experiencias, y la maquinaria y los equipos apropiados para vender la madera en trozas o aserrada. Además en algunos casos en que los dueños de bosques o plantaciones han incursionado en los procesos de tala, troceo y aserrío de la madera, se ha encontrado que los costos del proceso son mayores que el costo de los servicios que ofrecen los madereros o aserraderos. Esto ocurre generalmente por la mayor experiencia y especialización que tienen los madereros y las mayores posibilidades de lograr economías de escala. Para superar esta limitación, el programa deberá propiciar sistemas de aprovechamiento y comercialización asociativa de productores forestales y su integración a la industria forestal.

4. Integrar procesos industriales a las plantaciones forestales. Conforme avance el programa de establecimiento de plantaciones forestales y en la medida en que esas plantaciones inicien la producción de materia prima (primeros raleos), es de esperar que la iniciativa privada desarrolle una industria paralela, para procesar la madera que van generando las plantaciones forestales. Es importante que el Programa promueva alianzas estratégicas para la integración de la producción y la industria, con el fin de lograr un sistema de comercio justo y eficiente, que beneficie al productor forestal, y motive el desarrollo industrial en torno a las áreas de mayor producción forestal.

5. Certificación forestal: La certificación de las plantaciones forestales, constituye otra posible estrategia para lograr mayor valor agregado, que busca aprovechar nichos de mercado que pagan sobrepuestos por la madera y otros productos forestales certificados. Sin embargo esta estrategia está condicionada a un sistema eficiente de mercadeo que garantice el acceso a nichos de mercados para productos certificados. De lo contrario, la certificación implicaría mayores costos para el productor o las organizaciones, que no se verían compensados si se tiene que vender la madera a los precios corrientes del mercado.

7.6.2.5. Impacto económico y social

Desde el principio es importante destacar el potencial del manejo de un recurso, que hasta ahora ha recibido muy poca atención y manejo, como es la implementación y desarrollo de plantaciones en el trópico seco. Las posibilidades de mejorar la diversificación y productividad con un relativo nivel de manejo son significativas. De allí, que sea un recurso que el productor no ha considerado hasta ahora productivo, por la poca atención otorgada a nivel institucional, nacional y de las entidades financieras para incluirlas en una de sus carteras de proyectos para fomentar, financiar y en general por la baja rentabilidad mostradas. Por otro lado, en general aunque no siempre, los productos del bosque, plantaciones y sistemas agroforestales son de relativamente bajo valor, otra razón que explica por qué las técnicas de manejo y el costo de manejo deben ser acordes con los beneficios recibidos e irse mejorando y adaptando a nuevas exigencias del mercado y precios de los productos. Esta eficiencia económica / financiera del manejo es un punto clave del programa de reforestación que tiene que ser considerado al desarrollarse las alternativas de manejo de dichas plantaciones forestales comerciales y sistemas agroforestales.

En Nicaragua, existe la posibilidad de promover el manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales de alto valor, a través de una política adecuada de fomento e incentivos, investigación y transferencia, que permita mejorar el manejo y disseminar el manejo a otros productores, haciendo más productivo, más rentable desarrollar y mantener plantaciones comerciales. Con el incremento en productividad y rentabilidad se espera promover la adopción del manejo de plantaciones y sistemas agroforestales, generando beneficios financieros, sociales y ambientales para la sociedad:

Aumento en la carga de trabajo

Según información preliminar de aprovechamiento de plantaciones y sistemas agroforestales en Nicaragua, se ha estimado en aproximadamente 21 a 25 jornales por año por hectárea para su manejo. Aunque la incorporación de este recurso genera más trabajo, la carga de trabajo no es muy grande y debido al tipo de manejo requerido, que no es muy

puntual, se puede planificar el trabajo en épocas o períodos cuando hay menor demanda para la mano de obra en otras actividades.

Nivel de empleo generado

Tanto en la implementación de plantaciones como en el manejo y aprovechamiento de plantaciones y sistemas agroforestal, se genera empleo (preparación de terrenos, plantación, manejo y silvicultura, la extracción de la madera como en el procesamiento de la madera y transporte). En todos los casos se genera empleo a nivel local.

Los beneficios que acarrea en el área rural directamente el Programa de Desarrollo Forestal se centra en la demanda de mano de obra para el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales y agroforestales.

En el siguiente cuadro, se presenta el número total de jornales que se generaría con el programa, considerando jornadas de 8 horas diarias. Cuando el período es de 5 años, los turnos de las especies son indiferentes en el número de jornales. Pero al hablar de turnos de corta como tales, hay diferencias en la generación de jornales según el turno. Es así, que a 18 años se generan 40 millones de jornales y a 30 años 22.5 millones, durante el respectivo turno e independientes entre sí.

Número de jornales generados por los diferentes sistemas de plantaciones forestales y agroforestales

PERIODO	PL TL NA	PL TL NM	PL TM NA	PL TM NM	SAF TL	SAF TM	TOTAL
5 AÑOS	836,262	1,136,266	4,181,310	1,893,777	866,905	553,921	9,468,441
18 AÑOS	-	-	23,831,591	12,337,677	-	3,955,465	40,124,733
30 AÑOS	6,278,781	9,200,820	-	-	7,083,485	-	22,563,086

Leyenda: PL TL NA = Plantaciones forestales con especies de turno largo y nivel tecnológico alto; PL TL NM = Plantaciones forestales con especies de turno largo y nivel tecnológico medio; PL TM NA = Plantaciones forestales con especies de turno medio y nivel tecnológico alto; PL TM NM = Plantaciones forestales con especies de turno medio y nivel tecnológico medio; SAF TL = Sistemas agroforestales con especies de turno largo; SAF TM = Sistemas agroforestales con especies de turno medio.

El número de jornales se dividen entre el período para el que fueron calculados y entre 250 que es el aproximado de jornales por año, y obtenemos el número de empleos promedio por año. Para el establecimiento y manejo de las plantaciones forestales llevadas al año 5

se generarían 7,500 empleos permanentes en promedio por año, independientemente del turno de las plantaciones. Si el turno es a 18 años, los empleos generados ascienden a 8,900 en promedio por año. En cambio, si el turno es a 30 años, los empleos directos que se generan son de 3,000 empleos en promedio por año. En el siguiente cuadro, se presentan los datos del número de empleos por sistema. La diferencia en la cantidad de empleos estaría dada en parte debido a las áreas que se destinan para cada sistema forestal y agroforestal.

Número de empleos promedio anual generados por los diferentes sistemas de plantaciones forestales y agroforestales.

PERIODO	PL TL NA	PL TL NM	PL TM NA	PL TM NM	SAF TL	SAF TM	TOTAL
5 AÑOS	669	909	3,345	1,515	694	443	7,575
18 AÑOS	-	-	5,296	2,742	-	879	8,917
30 AÑOS	837	1,226	-	-	937	-	3,000

Leyenda: PL TL NA = Plantaciones forestales con especies de turno largo y nivel tecnológico alto; PL TL NM = Plantaciones forestales con especies de turno largo y nivel tecnológico medio; PL TM NA = Plantaciones forestales con especies de turno medio y nivel tecnológico alto; PL TM NM = Plantaciones forestales con especies de turno medio y nivel tecnológico medio; SAF TL = Sistemas agroforestales con especies de turno largo; SAF TM = Sistemas agroforestales con especies de turno medio.

Estacionalidad del empleo generado

Como se ha mencionado, el empleo que se genera en la mayor parte es en ciertos períodos del año. No obstante, como se mencionó, algunas de las actividades de manejo pueden ser planificados para aprovechar períodos del año cuando hay menos demanda para la mano de obra.

Requerimientos de entrenamiento y asistencia técnica

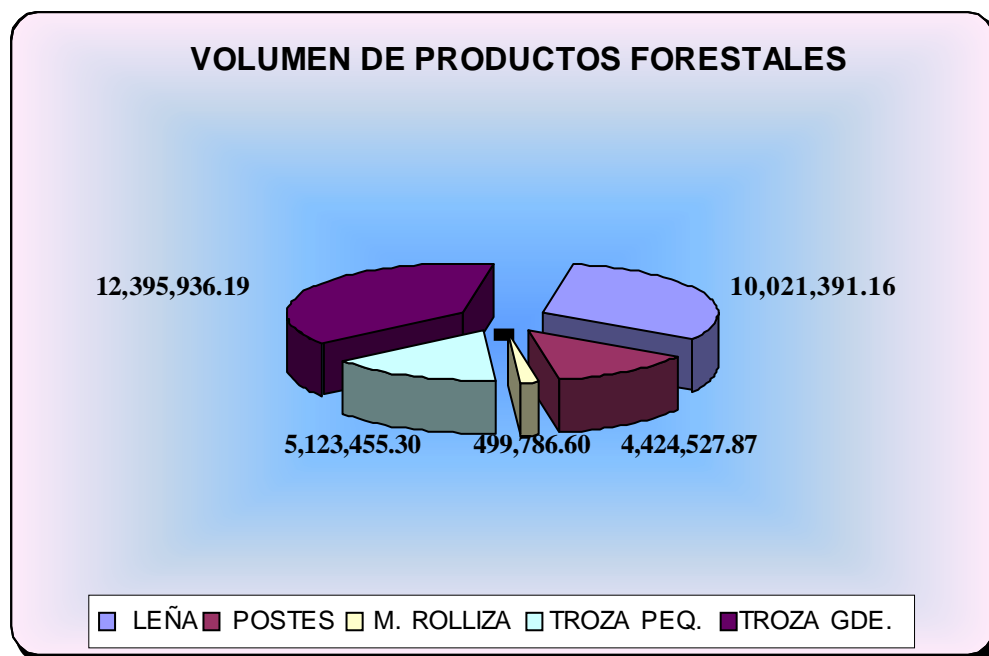
El manejo de plantaciones, va a requerir entrenamiento y asistencia técnica al principio. La experiencia de manejo y comercialización de plantaciones en otros países ha mostrado que la rentabilidad de esta actividad puede mejorar sustancialmente por la vía de la capacitación. La estrategia de plantaciones prevé trabajar en diferentes direcciones y actores, se espera que se capaciten los productores en la gestión empresarial y manejo sostenible, para poder seguir con el manejo a futuro sin la intervención de proyectos o agencias de asistencia técnica salvo por problemas puntuales.

Posible impacto sobre el nivel nutricional y perfil de consumo

El manejo de sistemas agroforestales, como el cultivo de frutales y componentes agrícolas a menudo provee a las familias productores una fuente de frutas y medicinas naturales además de atraer la fauna que funciona como fuente de proteínas y recreación.

Volumen esperado

En la siguiente figura, se presentan los volúmenes esperados de las plantaciones forestales y agroforestales a establecerse con el PDF. Se estarían produciendo 17.5 millones de m³ de madera para aserrío (trozas pequeñas y trozas grandes); cerca de 500 mil m³ de madera rolliza; poco más de 4.4 millones de m³ en postes y; 10 millones de m³ de leña.



Volumen (m³) para diferentes productos de las plantaciones forestales y agroforestales.

A nivel de sistemas forestales y agroforestales, el que presenta la mayor cantidad de volumen es el de plantaciones forestales de turno medio y nivel alto (15.8 millones de m³), incluyendo los diferentes productos forestales (Cuadro 25). Le siguen las plantaciones de turno medio y nivel medio y los sistemas agroforestales de turno medio (6.6 y 4.3 millones de m³ respectivamente).

SISTEMA	TOTALES (Metros Cúbicos)					TOTAL
	LEÑA	POSTES	M. ROLLIZA	TROZA PEQ.	TROZA GDE.	
PL TL NA	648,459.28	288,079.12	31,350.45	330,379.73	799,361.44	2,097,630.01
PL TL NM	814,399.15	361,692.67	39,375.56	414,905.94	1,003,851.86	2,831,853.01
PL TM NA	4,900,570.11	2,177,281.15	237,003.39	2,497,160.73	6,041,711.44	15,853,726.81
PL TM NM	2,048,279.30	909,950.52	99,001.42	1,043,639.93	2,525,098.63	6,625,969.79
SAF TL	1,117,941.76	556,221.69	42,734.78	750,535.99	1,815,812.88	4,283,247.09
SAF TM	491,741.56	131,302.72	50,321.01	86,832.99	210,099.96	970,298.23
TOTAL	10,021,391.16	4,424,527.87	499,786.60	5,123,455.30	12,395,936.19	32,662,724.95

7.6.2.6. Impacto financiero

El impacto que podría tener el programa a nivel del sector productivo beneficiario es altamente significativo y podría medirse por el ingreso neto unitario obtenido por ha según el sistema forestal que se aplique y por el ingreso global en todo el trópico seco o por cada una de las zonas, desde la perspectiva de productores y demás beneficiarios.

Ingreso neto por hectárea

El ingreso neto por hectárea (Ha) es una ventaja del manejo de plantaciones y sistemas agroforestales. Debido a la relativa poca necesidad de inversión en insumos, es un sistema que provee un buen ingreso neto por hectárea, pero que requiere un periodo prolongado para madurar. El manejo puede ser ajustado a dar un ingreso bajo diferentes niveles de inversión y esfuerzo.

Sin tomar en cuenta el beneficio provocado por la asignación de recursos por la vía de incentivos a fin de estimular y disminuir costos para el establecimiento de plantaciones y sistemas agroforestales, el ingreso neto anual estimado por Ha, para el programa es de aproximadamente 80.18 US \$ para plantaciones de turno medio y nivel tecnológico medio y en sistemas agroforestales de turno largo y nivel tecnológico medio es de 44.38 US \$.

La región del Trópico Seco podría percibir cerca de 283 millones de dólares, en dinero de hoy, como ganancia neta del programa, lo que representa una inyección de efectivo cercana a los 16 millones de dólares anuales, distribuidos entre los campesinos,

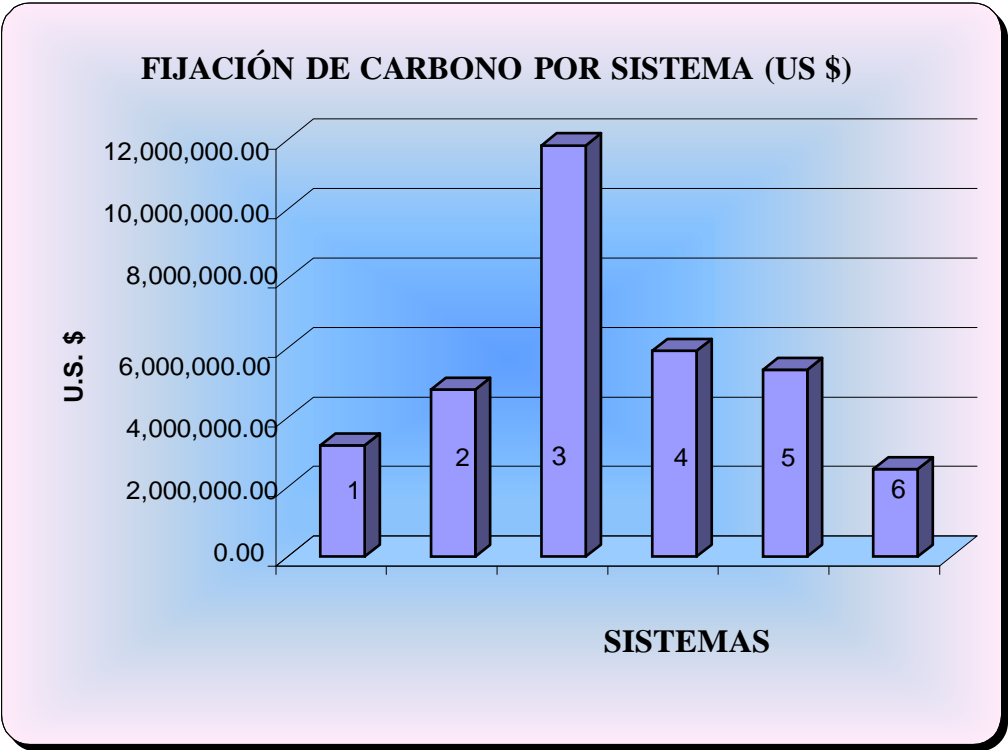
productores y empresas que establezcan plantaciones forestales y SAF.

Este ingreso global del sector es considerado una excelente oportunidad para generar desarrollo local y regional.

Fijación de carbono

La venta de servicios ambientales de las plantaciones, es una posible fuente financiera importante. En este caso en particular, nos referimos al secuestro de carbono. Dicha fijación tiene un costo estimado de U.S. \$ 5.00 por hectárea.

Como cada sistema de plantación tiene un área determinada, fija también una cantidad de carbono proporcional a dicha área. En la siguiente figura, se presentan los probables ingresos derivados de la venta de este servicio ambiental, por cada sistema. En orden de importancia destacan las plantaciones de turno medio y nivel alto. Luego las plantaciones de turno medio y nivel medio, los sistemas agroforestales de turno largo y las plantaciones de turno largo y nivel medio, presentan montos cercanos entre sí.



Sistemas Respectivamente: 1) PLTL NA, 2) PL TL NM, 3) PL TM NA, 4) PL TM MN, 5) SAF TL, 6) SAT TM

7.6.2.7. Impacto ambiental

En el desarrollo y manejo de rodales forestales – plantaciones y sistemas agroforestales; tiene como uno de sus objetivos mejorar las condiciones ambientales a través del manejo sostenible productivo de dichos sistemas. En cuanto al impacto ambiental se puede señalar los siguientes aspectos:

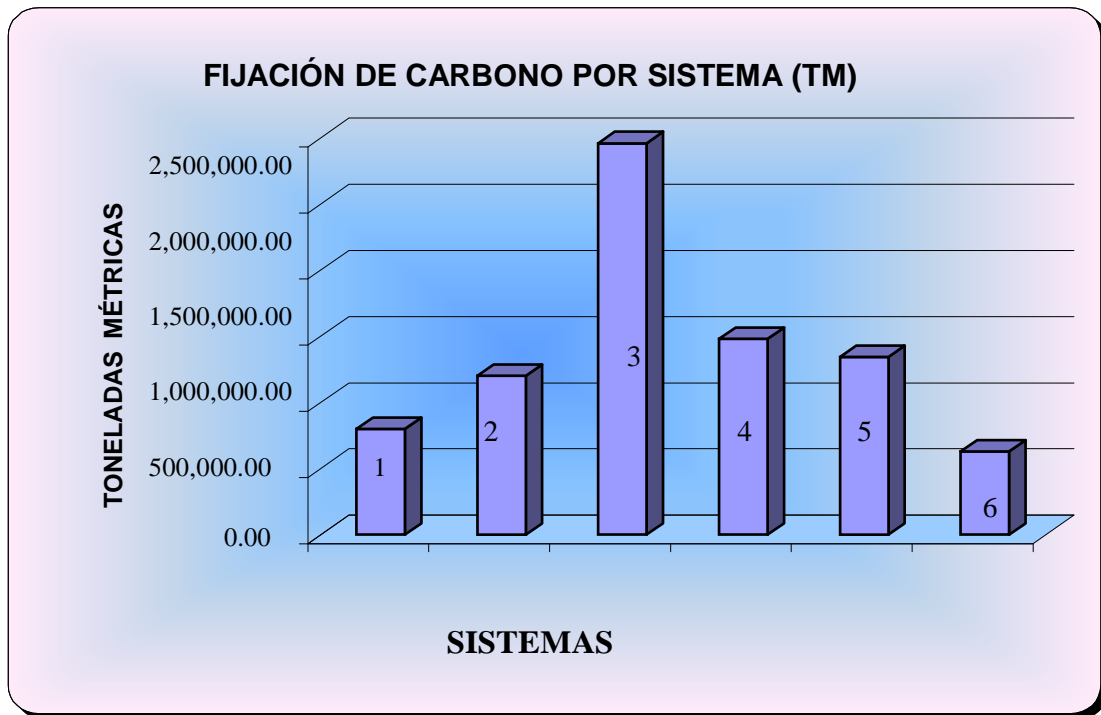
Biodiversidad: Comparado con otros usos de la tierra (cultivos, pastos), el manejo de plantaciones y SAF, provee mayor biodiversidad así generando un beneficio ambiental. Los bosques generados pueden complementar y extender importantes corredores biológicos, sumándose a los corredores naturales conformados por el sistema de Áreas Protegidas existentes en el Trópico Seco de Nicaragua.

Manejo sostenible y productivo: Al manejar adecuadamente las plantaciones y sistemas agroforestales del trópico seco, es posible tener un sistema sostenible que genera beneficios ambientales mientras deja la posibilidad de generar ingresos a través de la producción sostenida de bienes maderables, no maderables y servicios. Si mostramos a los productores que los bosques pueden generar ingresos adicionales, estaríamos dando pasos muy firmes que contribuyen a generar cambios en las formas tradicionales de manejo de tierras con impactos ambientales negativos, como talas y quemas de los bosques.

Protección de cuencas y fuentes de agua: Es una opción natural de proteger cuencas en general, principalmente en áreas críticas y/o desprotegidas, fuentes de agua que puede ser más eficiente y menos costoso que programas de reforestación de cuencas degradadas.

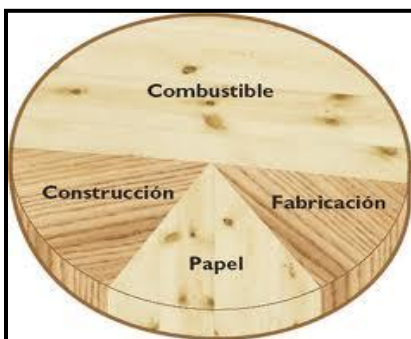
Protección de bosque primario: Aunque el recurso maderable es diferente se espera que con una fuente de madera y otros productos alternativos del bosque, se pueda aliviar la presión sobre el bosque primario y madera.

Captura de carbono: Las plantaciones y sistemas agroforestales generan una ganancia neta en la cantidad de carbono que captura. Tiene un valor económico asociado con la captura de carbono. En la siguiente figura, puede observarse la cantidad de carbono que captura cada uno de los sistemas propuestos. Destacan las plantaciones de turno medio y nivel alto con poco más de 2.5 millones de toneladas métricas secuestradas.



Sistemas Respectivamente: 1) PLTL NA, 2) PL TL NM, 3) PL TM NA, 4) PL TM MN, 5) SAF TL, 6) SAT TM

Debido a las consideraciones en los parámetros de validación, optimización de un proceso, las condiciones de partida de una especie maderera, el DAP y las leyes que regulan todo lo referente a un sistema controlado y ordenado; así como la gama de beneficios económicos, sociales y ambientales, que posee implementar un plan de reforestación. Nos orienta e induce hacer de nuestro conocimiento y aprendizaje lo referente a la madera.



7.7. La Madera

La madera ha sido siempre para el hombre uno de los principales recursos naturales y gracias a la tecnología moderna, la madera sirve para muchísimos más usos de los que pudieron soñarse hace muy pocos siglos. Hasta cierto punto satisface cinco de las necesidades más importantes del hombre: albergue, combustible, ropas, alimento y transporte.

importantes del hombre: albergue, combustible, ropas, alimento y transporte.

La madera como tal se usa extensamente en las industrias químicas a causa de sus propiedades físicas y mecánicas; tiene un precio razonable, es fuerte, puede trabajarse sencillamente, es resistente a los ácidos débiles, es un buen aislante térmico y eléctrico, tiene un coeficiente elevado peso/resistencia. A diferencia de la mayor parte de las materias primas, la madera es un recurso renovable; pero toda materia muerta debe ser reintegrada de nuevo al medio de origen y esto es lo que ocurre con nuestro árbol, una vez muerto e incluso con vida, los insectos comedores de madera se encargan de hacer esta labor, la descomposición forma parte del ciclo de la vida, permitiendo durante el proceso el enriquecimiento orgánico de los suelos, que a la vez favorecerá el desarrollo del mundo vegetal.

Por lo tanto para definir y describir lo que es la madera, se deben abordar los elementos que la conforman y las divisiones que este término posee, ya que son fundamentales en la construcción de una definición y comprensión del porqué la humedad final es importante para los distintos tipos de usos que se le da, después de ser sometida a un proceso de secado industrial.

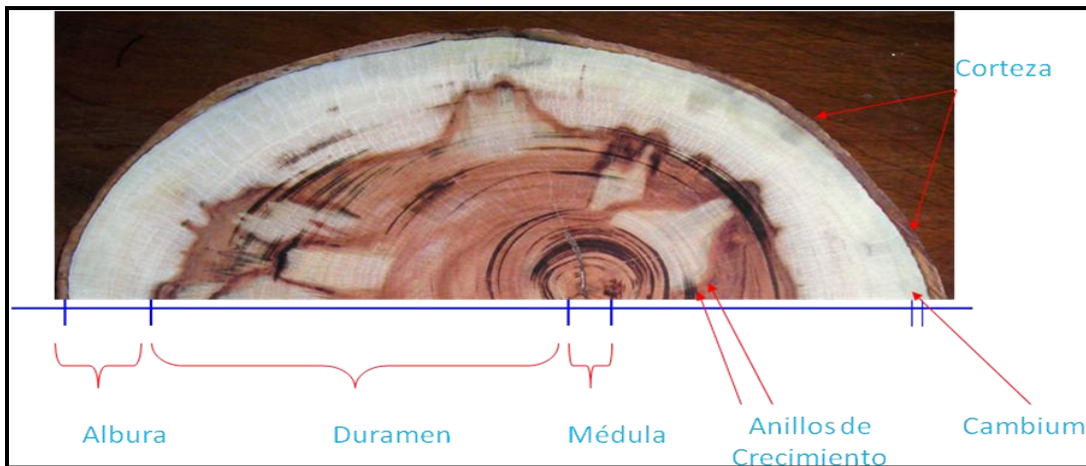
Los diferentes tipos de madera poseen ciertas características en común, tales como su arreglo celular, predominantemente longitudinal (en dirección al eje del árbol) y la composición de sus paredes celulares, basándose en celulosa, hemicelulosa y lignina.

La anatomía de la madera estudia la estructura del leño de árboles desarrollados; es decir, aquellos árboles que han alcanzado un diámetro comercialmente aprovechable con el objetivo de conocer la estructura de la madera, identificar especies, predecir la utilización adecuada de acuerdo con sus características y prever su comportamiento; siendo de gran importancia considerar las propiedades físicas y químicas que obtiene la madera durante su crecimiento y desarrollo.

La madera está formada por fibras de celulosa, una sustancia que constituye el esqueleto de los vegetales y se encuentran en la pared celular de la madera; los cuales van acompañado con la lignina.

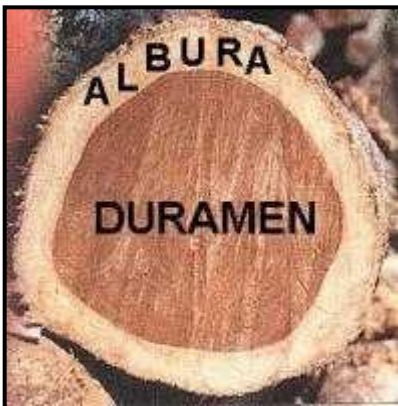
Según Diccionario de la lengua española (2005), “lignina es una sustancia que aparece en los tejidos leñosos de los vegetales y mantiene unidas las fibras de celulosa, la cual proporciona la rigidez, dureza y constituye el 25% de la madera”.

Según INAFOR (1993) y MIFIC en la (NTN 18 001-09), proporciona conceptualmente cada una de los elementos del tronco de un árbol, desde la parte más interna hasta la más externa:



Fuente: www.google.com

7.7.1. Albura



Se encuentra en la parte externa del tronco, bajo la corteza. Constituida por tejidos jóvenes en período de crecimiento (zona viva). Contiene mucha savia y materias orgánicas. De coloración más clara, rica en agua, menos compacta y resistente que el duramen, más porosa y ligera, con mayor riesgo frente a los ataques bióticos. Se utiliza para hacer trabajos de escasas exigencias mecánicas y estéticas.

7.7.2. Duramen

Madera de la parte interior del tronco. Constituido por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y resistencia (debido al proceso de lignificación.) De coloración, a veces, más oscura que la exterior, madera adulta y compacta, es aprovechable. Es decir la duraminización (transformación de albura a duramen) de la madera se caracteriza por una serie de modificaciones anatómicas y químicas, oscurecimiento, aumento de densidad y mayor resistencia frente a los ataques de los insectos; además es la parte que sostiene a la planta, la más apropiada para la obtención y uso de la madera.

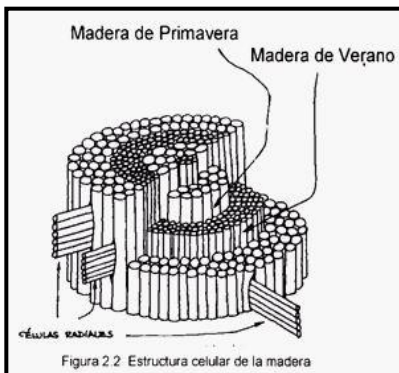
7.7.3. Médula



Fuente: carpintero-azul.com

Es la parte central de la sección del tronco del árbol, constituida por tejido flojo y poroso, normalmente tiene un diámetro muy pequeño; además es la parte más antigua del tronco y es ahí donde se originan las ramas, normalmente agrietada, que se suele desechar en los procesos de elaboración de la madera. En general está formada por células de poca resistencia mecánica, es muy susceptible a ser atacada por hongos.

7.7.4. Anillos Anuales



Cada anillo corresponde al crecimiento anual, consta de dos zonas claramente diferenciadas:

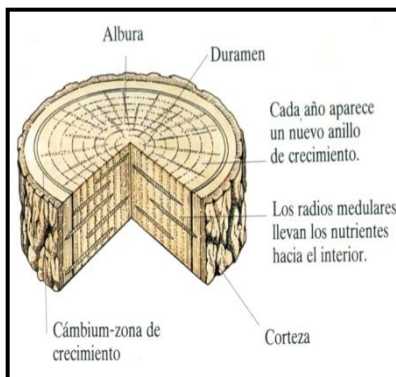
Una formada en primavera: Predominan en ella los vasos gruesos que conducen la savia bruta hasta las hojas (tejido vascular). Color claro, pared delgada y fibras huecas y blandas.

Otro formado en verano: Tienen los vasos más pequeños y apretados, sus fibras forman el tejido de sostén. Color oscuro denso y fibras de paredes gruesas.

En zonas tropicales (o en las zonas donde no se producen, prácticamente, variaciones climáticas con los cambios de estación, y la actividad vital del árbol es continua), no se aprecian diferencias entre las distintas zonas de anillos de crecimiento anual.

Su suma corresponde los años de vida del árbol, debido a la forma tronco-cónica del árbol, los anillos anuales se deben contar en el tronco, en zona más próxima a las raíces.

7.7.5. Cambium:



Capa existente entre la albura y la corteza, constituye la base del crecimiento en especial del tronco debido a las células vivas que éste posee, las cuales son dos tipos de células:

Hacia el interior: Madera (albura)

Hacia el exterior: Líber; es decir:

Líber: Parte interna de la corteza. Es filamentosa y poco resistente. Madera embrionaria viva; siendo a la vez: Corteza: Capa exterior del tronco. Tejido impermeable que recubre el líber y protege al árbol.

7.7.6. Radios Leñosos

Bandas o láminas delgadas de un tejido, cuyas células se desarrollan en dirección radial, es decir perpendicular a los anillos de crecimiento. Ejercen una función de trabazón, almacenan y difunden las materias nutritivas que aporta la savia descendente (igual que las células de parénquima). Contribuyen a que la deformación de la madera sea menor en dirección radial que en la tangencial.

Son más blandos que el resto de la masa leñosa, por ello constituyen las zonas de rotura a compresión, cuando se ejerce el esfuerzo paralelamente a las fibras.

Se puede apreciar la imagen general de las 6 partes de la madera obtenida del árbol, así como individual y la teoría de su estructura, lo cual nos proporciona una idea más clara de su desarrollo, siendo el agua el principal elemento en todo el ciclo de vida, es por ello que

el cuidado de las especies debe ser responsable y continuo, porque debido a un mal cuidado obtendríamos un árbol con estructura y propiedades débiles, que conlleva al no completo desarrollo.

7.8. PROPIEDADES DE LA MADERA

Las propiedades de las maderas dependen de muchos factores tales como: especie y edad del árbol, condiciones de crecimiento como el terreno y el clima; los cuales determinarán el crecimiento, estructura, desarrollo de sus propiedades físicas y mecánicas; por ende la futura eficiencia en el uso que se le dará y calidad final en productos terminados. Como se ha manifestado, la madera es un material natural que se obtiene de los árboles y posee propiedades físicas y químicas, características que la hacen apta para su uso en la construcción y en la fabricación de objetos diversos. Entre las propiedades de la madera existen ventajas como la facilidad de labrado, la baja densidad, su resistencia mecánica, sus propiedades térmicas, acústicas y su belleza.

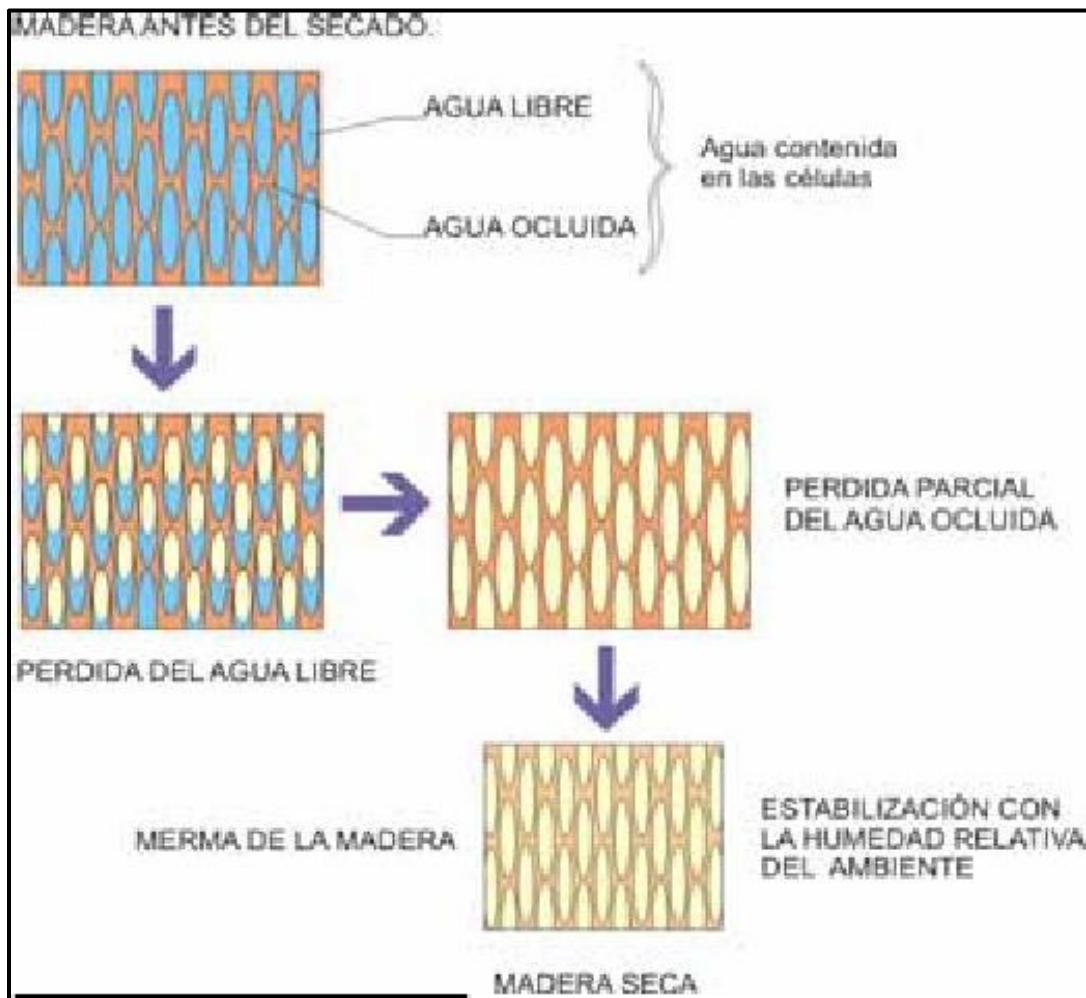
Los inconvenientes son la alta combustibilidad, la inestabilidad volumétrica y su putrefacción; en fin todo dependerá del tratamiento que la madera reciba, así como el uso que deseemos darle. (www.elbricolajeenmadera.com)

7.8.1. Propiedades físicas de la madera

Según Diccionario Espasa (2005), “**Anisotropía:** la madera es un material anisótropo, o sea que se comporta diferente según la dirección de las fibras. Es más fácil cepillarla en el sentido de las fibras que transversalmente. Con el corte sucede lo opuesto”.

Según Diccionario Espasa (2005), “**Higroscopicidad:** es la capacidad de la madera de absorber humedad del medio ambiente en el que se encuentre”. Hay un punto de equilibrio en el cual la madera no acepta, ni libera humedad ambiente. Si la humedad ambiente es menor de este punto, la madera se seca y si es mayor se humedece. Esta propiedad es la responsable directa en la mayoría de las deformaciones físicas en la madera.

Cuando el árbol está vivo contiene gran cantidad de agua, tanto en la cavidad central de las células como en sus paredes. Llegado el momento del corte y secado, la madera la madera tiende a perder gran parte del agua que contiene, aunque mantiene siempre un porcentaje de humedad que se denomina “humedad en equilibrio”, que se estima entre un 23 a 35 % de la madera y que varía según la especie, incluso en un mismo tronco. En el caso de la desaparición total del agua, la estructura celular no aguantaría las contracciones producidas, perdiendo la cohesión entre las células, lo que daría lugar a la desecación y aparición de rajaduras con la consecuente destrucción del bloque conformado en madera.



La cesión del agua libre se produce con mayor rapidez que la del agua de los espacios intercelulares (agua ocluida) y la velocidad depende de la diferencia de humedad de la madera y el aire, que sería mayor en un primer momento y disminuirá a medida que vaya equilibrando.

El agua se evacua antes en las células exteriores que en las interiores, de igual forma ocurre en la albura y el duramen, en cuyo caso influye en la densidad de cada parte, por lo que será mayor la cesión en la albura que en el duramen.

7.8.1.1. Densidad:

Relación entre la masa y el volumen de los cuerpos; convencionalmente la densidad aparente de la madera se toma con humedad menor del 30%, un caso real es que la madera es menos densa que el agua, por eso flotan en ella; también depende del contenido de agua interno en la madera durante su dilatación.

Las Maderas se clasifican según su densidad aparente en:

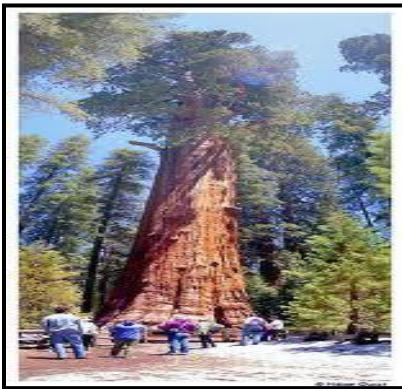
Muy pesadas: Densidad aparente mayor de 1Kg/cm³.

Pesadas: Si está comprendida entre 0.8 y 1 Kg/dm³.

Medianamente pesadas: Si está comprendida entre 0.5 y 0.8 Kg/dm³.

Ligeras: Si es menor de 0.5 Kg/dm³.

7.8.1.2.Dureza:



La dureza de la madera viene determinada por su estructura; con el mayor o menor contenido en agua; además se relaciona directamente con la densidad, a mayor densidad, mayor dureza.

La dureza de la madera depende principalmente de la naturaleza del árbol que la produce y está directamente relacionada además con:

- 1) El modo de crecimiento del árbol: para una misma madera el crecimiento más lento produce madera más dura.
- 2) Con el clima de crecimiento: en climas cálidos se obtienen maderas más duras para la misma especie.
- 3) Con la zona de tronco: la parte central y más antigua del duramen, es más dura que las exteriores.
- 4) El grado de humedad: la humedad alta reduce la dureza.

7.8.1.3. Resistencia a esfuerzos:



Es la propiedad más importante a la hora de elegir una madera u otra para una determinada aplicación. La resistencia a la tracción depende de la dirección en que se realice el esfuerzo, si el esfuerzo es paralelo a la dirección de las fibras la madera resiste muy bien el esfuerzo de tracción, sin embargo esta resistencia es muy baja si el esfuerzo es perpendicular a las fibras. Lo mismo ocurre con el esfuerzo de compresión.

7.8.1.4. Conductividad térmica:



La naturaleza porosa con aire retenido de la madera la convierten en una pésima conductora del calor, por lo que suele emplearse como aislante térmico, aunque conforme la humedad y/o la densidad aumentan en ésta, también aumentará la conducción térmica; además la conductibilidad térmica también dependerá de la dirección de transmisión, siendo mayor en la dirección longitudinal. La conductividad térmica de las maderas muy ligeras puede ser comparable con la de los mejores materiales artificiales.

7.8.1.5. Conductividad eléctrica



La madera seca es un buen aislante eléctrico, su carácter aislante disminuye con el aumento de humedad. Esta capacidad aislante en general es menor para las maderas más duras.

7.8.1.6. Conductividad Sonora

La madera posee la capacidad de guardar el sonido. Esta naturaleza propia, ha hecho de la madera la particular aplicación a multitud de instrumentos musicales, mediante las diversas construcciones de cajas resonantes. Otra aplicación es la de recubrir las habitaciones o foros para mejorar la calidad en la audición debido al efecto amortiguador del eco.

La velocidad del sonido depende de la dirección respecto a la fibra y de la clase de madera, varía entre 3500 y 5500 m/s en el sentido longitudinal, siendo menor en el sentido perpendicular entre 2500 y 3500 m/s.

7.8.1.7. Durabilidad:



Es la resistencia de la madera a la acción del tiempo, una propiedad que depende de muchos factores diferentes. Para hacer un poco más manejable aunque impreciso este complejo tema, la durabilidad se establece en términos generales de acuerdo a ciertas condiciones generales de uso, las más notables son:

- **Durabilidad soterrada;** útil para seleccionar madera para postes.
- **Durabilidad a la intemperie;** útil para la madera no soterrada pero usada en el exterior
- **Durabilidad en el interior;** útil para la madera de uso en interiores.
- **Resistencia al ataque de insectos;** En algunos casos esta resistencia es notablemente diferente entre la albura y el duramen y es útil para preservar la madera de acuerdo al ambiente en que va a ser usada.
- **Durabilidad sumergida:** útil para determinar el uso de ciertas maderas en obras portuarias y similares.

Además en términos generales, las maderas expuestas a fuertes alternativas de humedad y sequedad durarán menos tiempo que si alguna de estas condiciones es estable; si se empotran las maderas en el suelo, duran más si éste es arcilloso y menos si es calizo. Es común pero no generalizado que las maderas blandas duren menos que las duras. No es apropiado establecer la durabilidad de la madera en años debido a los múltiples factores involucrados en ello, lo más común es la utilización de términos cualitativos tales como:

Incorruptible: Estas maderas aun en las peores condiciones pueden durar casi intactas cientos y hasta miles de años.

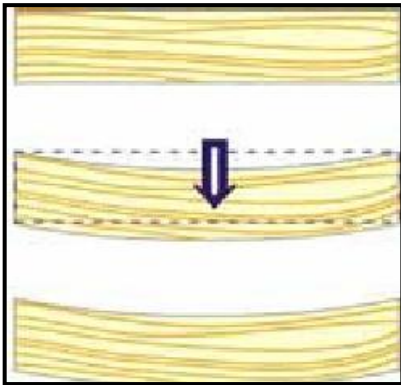
Durable: Cuando esta duración es mayor que el tiempo de vida del objetivo a que fue destinada.

Medianamente durable: Cuando la durabilidad es suficiente para satisfacer un tiempo razonablemente adecuado para el objeto a que fue utilizada.

Poco durable: Son aquellas maderas de vida corta en el ambiente a que está sometido. Su uso se restringe a la construcción de objetos y obras temporales.

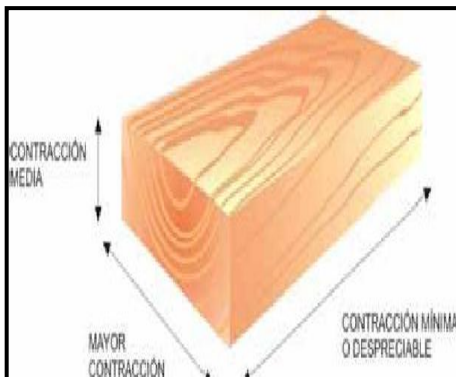
Por lo tanto, la durabilidad de las maderas es muy diferente de acuerdo a las condiciones de utilización; así una madera durable a la intemperie puede ser poco durable cuando está soterrada.

7.8.1.8. Plasticidad



Es la propiedad que permite a la madera ser doblada en el sentido longitudinal por la acción de una fuerza, sin que ésta vuelva a su posición original después de haber cesado a dicha fuerza. Esta peculiaridad en la madera se ve favorecida mediante la vaporización, que se aplica en maderas con un mayor rendimiento de la plasticidad, para que esta propiedad se ponga de manifiesto, es necesario que la fuerza que actúa permanezca durante un cierto período de tiempo.

7.8.1.9. Merma e Hinchazón



Se deriva de la higroscopicidad y la anisotropía; la madera sufre cambios dimensionales cuando absorbe o cede agua, en relación con las variables ambientales del lugar donde se ubica, pero estos cambios no son iguales en todas las direcciones, debido a las diferencias estructurales de los tejidos celulares

7.8.2. Propiedades Mecánicas

La naturaleza fibrosa, heterogénea y fuertemente anisotrópica de la madera, hace que sus propiedades mecánicas sean muy variables según la dirección en que se midan. Como la humedad influye de manera notable en estas propiedades, convencionalmente se utilizan maderas de entre 12 y 15% de humedad a la hora de la determinación de estas propiedades. La presencia de defectos y nudos en la madera cambian notablemente los valores. Las propiedades mecánicas más importantes son:

7.8.2.1. Resistencia a la compresión



La resistencia a la compresión es la dificultad que ofrece la madera a ser comprimida al aplicarle una carga, la carga puede aplicarse en dos direcciones: paralela y perpendicular al grano, siendo máxima la resistencia para la dirección paralela y mínima para la perpendicular. El contenido de humedad no influye en la resistencia a la compresión cuando asciende desde el 30%, no obstante esta resistencia aumenta a medida que la humedad desciende de este valor de humedad.

7.8.2.2. Resistencia a la tracción



Representa la resistencia que ofrece la madera a ser deformada por la actuación de dos fuerzas paralelas, sentido contrario y coincidentes, aplicadas en los extremos a una muestra de madera. Esta resistencia es muy diferente de acuerdo a la dirección de las fuerzas y será muy pequeña si son perpendiculares a las fibras, pero mucho más elevadas si se aplican paralelos a éstas. En cuanto a la influencia de la humedad, se observa que al aumentar, disminuye la resistencia.

7.8.2.3. Hendibilidad



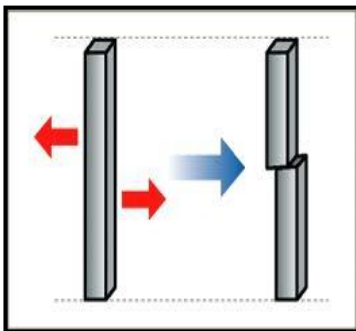
Se conoce también como facilidad para el rajado y representa la tendencia de la madera a romperse en el sentido longitudinal cuando se introduce en ella una cuña. Depende principalmente de la naturaleza de la madera y de su humedad, en general las maderas húmedas tienen menos hendibilidad que las secas. Es común pero no generalizado, que las maderas duras sean más hendibles que las blandas.

7.8.2.4. Flexibilidad



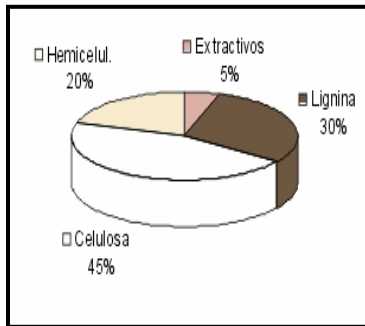
Representa la capacidad de la madera a doblarse sin romperse debido a una carga. Si el esfuerzo se aplica perpendicular a las fibras la resistencia será máxima, mientras que si es paralelo a ellas será mínima. No obstante, defectos estructurales en la madera pueden hacer perder resistencia, al igual que una disminución de humedad y la antigüedad de la madera; es decir que las maderas húmedas son más flexibles que las secas y las maderas jóvenes lo son más que las viejas.

7.8.2.5. Resistencia al cizallamiento



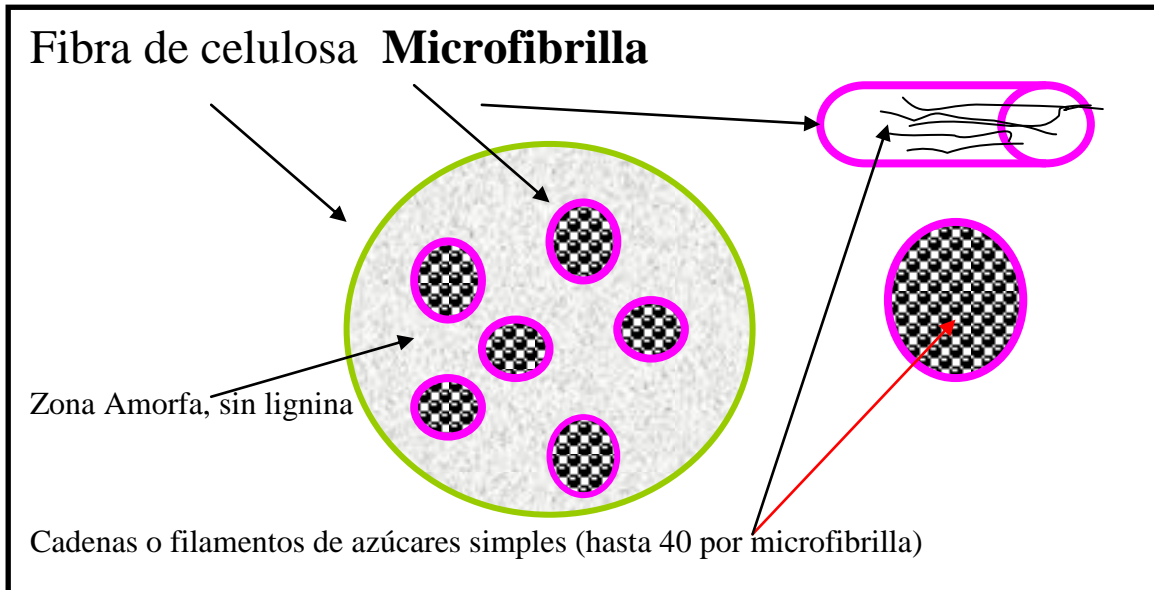
Representa resistencia al rompimiento de la madera cuando se aplican dos fuerzas opuestas que tienden a seccionarla.

7.8.3. Características químicas de la madera



Las características de los tres componentes principales de la madera, los cuales son: celulosa, hemicelulosa y lignina, son muy diferentes y en consecuencia su comportamiento ante agentes químicos y procesos mecánicos es diferenciado; aprovechando estas diferencias, se pueden establecer los procesos de separación para sus diferentes

usos y tratamientos industriales:



El comportamiento frente al agua es muy diferente; la celulosa es altamente hidrofílica, debido a la presencia de grupos polares (absorben de agua); cuando las cadenas de celulosa se ponen en contacto con el agua, las fibras absorben moléculas de agua (se hidratan) y se hinchan, mejorando simultáneamente su flexibilidad y la capacidad de enlace con otras fibras adyacentes. La absorción de agua es más eficiente en las zonas amorfas de la celulosa que las zonas cristalinas, por lo que es beneficioso intentar destruir las estructuras cristalinas (usualmente por procedimientos mecánicos).

Las hemicelulosas (macromolécula formada por azúcares) presentan cualidades mecánicas más débiles que la celulosa y durante procesos industriales, se ven modificadas drásticamente sus propiedades. Además son fácilmente solubles en gran cantidad de disolventes, pues su estructura no les confiere marcadas características hidrofílicas o hidrófobas.

Por su parte, la lignina es un compuesto básicamente hidrófobo, característica frecuente en los compuestos aromáticos; siendo éste el que hace leñoso a los tejidos de las maderas y otros tallos vegetales de carácter rígido. Por ello, no puede ser disuelto en un medio acuoso, a no ser que se introduzcan en su estructura grupos sustituyentes polares mediante reacciones químicas, los cuales sean capaces de estabilizar las disoluciones de lignina en agua. Este procedimiento se lleva a cabo en ocasiones, haciendo reaccionar la lignina con compuestos derivados del azufre, que introducen sustituyente en la estructura de la lignina, haciéndola entonces soluble.

La estructura de la madera obtenida, determina en gran medida las propiedades y características de ésta. La conforman los elementos anatómicos que son: células, vasos leñosos, fibras, canales de resina, entre otros. De modo que la composición celular, el grosor, la simetría de estos elementos determinan las características de la madera y junto a las propiedades físicas y mecánicas, sus posibles usos.

7.8.3.1. Las principales características que nos permite identificar los distintos rasgos distintivos en las maderas son: la textura o porosidad, el grano, el diseño; además del color, sabor y olor.

7.8.3.1.1. Textura o porosidad, es el reflejo sobre el corte superficial de la madera de los elementos estructurales que forman cavidades de diversos tamaños.



7.8.3.1.1.1. La textura fina: estos elementos casi no se diferencian porque muestran una apariencia homogénea.

7.8.3.1.1.2 La textura mediana: será una situación intermedia entre las dos anteriores.

7.8.3.1.1.3. La textura gruesa: será cuando los elementos de

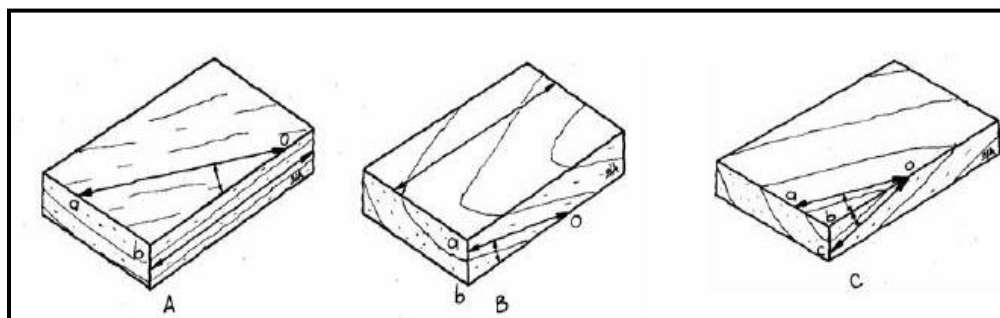
la madera son muy grandes y se ven fácilmente; es decir la textura se rige por el tamaño de los elementos anatómicos.

7.8.3.1.2. El grano, hilo o fibra: Esta disposición se debe a la propia distribución de las fibras durante el crecimiento del árbol o a la forma en que las trozas han sido aserradas para la obtención de los diversos productos; además es la dirección que tienen los distintos elementos anatómicos respecto al eje del tronco e influirá en las propiedades mecánicas de la madera y en la facilidad de trabajar con ella. Según la dirección de los elementos anatómicos podemos diferenciar distintos tipos de grano como:

7.8.3.1.2.1 Grano recto: cuando los elementos se sitúan paralelos al eje del árbol. La madera con este tipo de grano presenta buena resistencia mecánica y facilidad de trabajo.

7.8.3.1.2.2. Grano inclinado: Los elementos forman ahora un cierto ángulo con el eje del árbol longitudinalmente de la pieza de la madera. Esta inclinación aparece porque al aserrar la madera, el eje de la pieza forma un ángulo con la orientación de las fibras; otra causa de este grano es por la presencia de un nudo, que altera la dirección de las fibras a su alrededor por lo tanto la madera tendrá peor resistencia mecánica y mayor dificultad de trabajo.

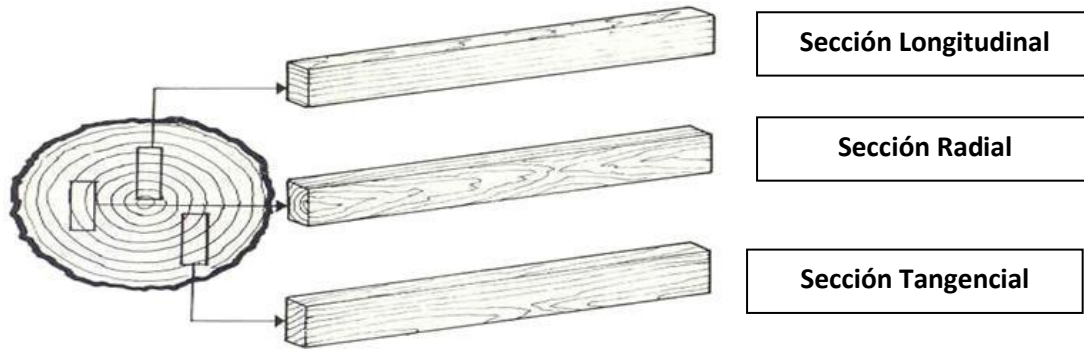
En el detalle (A) se aprecia la desviación del grano en una cara, (B) la desviación se da en el canto; mientras que en el detalle (C) se da en ambos planos .



(A) Desviación del grano (B) En un plano (C) En dos planos (Echenique y Robles,1993)

7.8.3.1.2.3. Grano entrecruzado: Los elementos también se disponen formando un ángulo con respecto al eje, pero ahora cada anillo es en forma opuesta a como se encontraban en el anillo anterior; es decir la disposición del grano debido a un crecimiento de las fibras en forma de espiral con respecto al eje del árbol, alternando la dirección de la espiral en capas de diverso espesor. De tal manera que algunas capas tendrán orientación hacia la derecha,

la siguiente hacia la izquierda y así sucesivamente. En las piezas de corte tangencial el grano entrecruzado, presenta el mismo aspecto que una especie de grano recto; es decir en la cara se observan figuras simples o veteadas de forma variada. En las piezas de corte radial, el grano entrecruzado se presenta en las caras como bandas o franjas longitudinales de tonos claros y oscuros encontrados. Las maderas de este tipo presentan dificultades para su trabajo. En la figura se puede observar ejemplos del grano tangencial y radial.



7.8.3.1.2.4. Grano irregular: Los elementos se disponen de forma irregular, siendo este tipo de grano el que se encuentra en los nudos, ramificaciones del tronco, zonas heridas; es decir los defectos de las especies.

7.8.3.1.3. El diseño es el dibujo que muestra la madera la ser cortada, se debe al modo de corte y a la distribución de los elementos anatómicos; es decir al grano.

Los diferentes tipos de diseños que podemos encontrarnos son:



7.8.3.1.3.1. Diseño liso: es el que presentan las maderas de textura fina, dando lugar a un color homogéneo.



7.8.3.1.3.2. Diseño rallado: es debido a las líneas formadas por los vasos leñosos cortados longitudinalmente y los canales de resina.



7.8.3.1.3.3 Diseño angular: es debido al corte transversal de los anillos de crecimiento.



7.8.3.1.3.4. Diseño veteado: El dibujo tiene el mismo origen que en la madera de diseño angular, pero con las franjas paralelas entre sí.



7.8.3.1.3.5. Diseño jaspeado: el origen del dibujo son las células radiales cuando éstas son anchas.



7.8.3.1.3.6. Diseño espigado: Aparece en las maderas de grano entrecruzado al cambiar en cada anillo de crecimiento la disposición de los elementos anatómicos.

- **El color de la madera** es una consecuencia de las sustancias que se infiltran en las paredes de sus células, es característico de cada especie. Esta propiedad puede ser de importancia a la hora de emplear una determinada madera con fines decorativos.
- **El sabor y el color** también son consecuencia de las sustancias que impregna en la madera, y son de especial interés a la hora de emplear una determinada madera en la fabricación de recipientes de conservación de alimentos o bebidas; entre ellos los toneles de vino.

Como podemos apreciar los componentes como son: La textura, el grano, el diseño, el color, sabor y olor; nos proporcionan desarrollar experiencia en el conocimiento del desarrollo de la madera y poder identificar el tipo de especie, si fuese uno de nuestros propósitos. También estos elementos nos permiten saber si una especie posee defectos de desarrollo o nacimiento, el cual lo encontramos en el grano entrecruzado e irregular y cuando es sana, el cual es el caso del grano recto.

Todas estas características son inherentes en la madera por naturaleza, pero también el agua, como fuente de vida; a la vez se convierte en humedad una vez talado el árbol, la

cual es depurada y controlada en un proceso industrial. Las industrias madereras además de preocuparse por dar un buen servicio y producto final a sus clientes que soporten el buen nombre de la empresa que labora con ellas, tienden a encontrarse con 2 puntos básicos, los cuales deben cumplir para hacer posible esta realidad. Siendo realizar un sistema de procesos programado y evaluado; así como un buen sistema de secado que garantice la homogeneidad del grado de humedad final de la madera. Para ello se abordará el término humedad.

7.9. HUMEDAD

El contenido porcentual adecuado de humedad en la madera es un requisito indispensable, debido a que éste recurso tiene diversos usos en la industria, tales como: construcción pesada y liviana, carpintería, artesanías y muebles para el hogar.

El grado de humedad que se obtiene al final del producto terminado contribuye a la industria maderera, ayuda a orientar a los ministerios responsables de la conservación de los recursos forestales; adquiriendo conciencia del problema del secado de la madera en el tratamiento artesanal e industrial, ya que con el referencia de este grado de humedad aportará a determinar un tiempo óptimo, con un mínimo de defectos, a un costo razonable y garantizando la calidad de los productos manufacturados. Todo esto lo obtendremos con un grado de contenido de humedad en la madera homogéneo y estándar que se obtiene con un proceso disciplinado, programado y controlado de las especies que posean características similares.

En la actualidad Nicaragua con su Centro de Exportaciones e Importaciones (CEI) y los Tratados de Libre Comercio (TLC), refleja que el rubro de la madera se exporta al Norte, Centro y Sur América; también a Europa y Asia.

La madera, como un material proveniente de seres vivos que son los árboles, contiene desde su origen una gran cantidad de agua en su interior. Cuando se pone a secar, la madera pierde una elevada cantidad de agua más no toda, ya que como materia prima se comporta como un material "higroscópico"; esto es, que tiene la propiedad de ceder o ganar humedad en intercambio con la humedad existente en el medio ambiente que la rodea, hasta alcanzarse un estado de equilibrio entre el valor de la humedad relativa del aire y el

contenido de humedad de la madera. Esta propiedad (higroscopicidad), hace que la madera en condiciones normales de uso siempre contenga una cierta cantidad de agua en las paredes de las células que la conforman. Sin embargo lo más importante, es que la variación de esa cantidad de agua tiene grandes implicaciones en las demás propiedades como son su resistencia mecánica, su aptitud para el trabajo con máquinas y herramientas, para recibir acabados y adhesivos, el poder calorífico que puede generar, su resistencia al ataque de hongos cromógenos (manchadores) y xilófagos (de pudrición), su aptitud para la impregnación, en el peso y sobre todo en los cambios dimensionales que sufre la madera a consecuencia precisamente de la variación en su contenido de humedad.

Por lo tanto, la humedad es el contenido de vapor de agua en el aire y puede expresarse como humedad absoluta, específica, relativa o razón de mezcla. El aire contiene una cierta cantidad de vapor de agua, es solo a ese vapor y no a las gotitas, ni a la niebla o a la lluvia, cuando se hable de humedad.

En función del grado de humedad, las maderas se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- 1) Madera verde: Es el material recién cortado.
- 2) Madera oreada: Es la que ha perdido una parte de su agua natural, pero que no ha sufrido aún contracciones ni cambio en sus propiedades mecánicas apreciables.
- 3) Madera comercial: Es la que tiene un contenido en humedad inferior al 20%.
- 4) Madera seca: Su grado de humedad está en equilibrio con la humedad relativa del aire, este estado se adquiere con varios meses de secado al aire después de haber sido aserrada en tablas.
- 5) Madera desecada: Es la que tiene una humedad inferior al 12%.
- 6) Madera anhidra: Presenta un grado de humedad en torno al 3%.

Existen diversas maneras de expresar matemáticamente la humedad o vapor de agua contenido en el aire, algunas de estas son:

- La humedad absoluta: es la relación entre la masa de vapor de agua y el volumen ocupado por una mezcla de vapor de agua y aire seco.

- La relación de mezcla: se define como la relación entre la masa de vapor de agua y la masa de aire seco en un volumen dado de mezcla; es decir es el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire seco.
- La humedad específica: es la relación entre la masa de vapor de agua y la masa de aire húmedo; es decir mide el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire húmedo.

Como podemos apreciar la humedad tiene diversos métodos matemáticos para su cálculo, pero se debe precisar el comportamiento de la madera con respecto a la absorción de humedad, para ello tomaremos en cuenta algunos aportes y experiencias de empresas, cuya finalidad es evitar los daños que causa la humedad absorbida:

Según la fábrica de pinturas naturales Livos (2008), “la madera está compuesta fundamentalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina. La primera puede absorber importantes cantidades de agua, mientras que la lignina la repele. Incluso en ambientes muy secos la madera es capaz de alcanzar una humedad relativa del 5%, aunque la pieza esté envuelta por una película de barniz”.

La humedad es absorbida por la madera en forma de vapor de agua. Se calcula que con un porcentaje del 30% está saturada de humedad. "Aunque se le aporte más agua, ya no se hincha más", precisan en Livos. Por ello, la misión principal de los tratamientos de protección - aceites, pinturas o barnices, es cubrir la madera de forma homogénea y dejar pasar el vapor de agua: tanto hacia el interior como al exterior.

Según INAFOR (1993), El contenido de humedad, es el peso del agua contenida o absorbida en la madera, expresado en porcentaje respecto a su peso anhidro o libre de agua.

En sí, el contenido de humedad (CH) es la cantidad de agua que existe en una pieza de madera, expresada como un porcentaje del peso que tendría ésta en condición totalmente anhidra, es decir libre de agua; se representa mediante la siguiente relación:

$$CH(\%) = \frac{\text{Peso del agua contenida}}{\text{Peso de la madera anhidra}} \times 100\%$$

La relación mostrada anteriormente en esta ecuación, en la actualidad es fácil y rápida su cálculo con los instrumentos tecnológicos llamados higrómetros, los cuales miden el contenido de humedad en la madera, la cual está en equilibrio con la humedad ambiental. Este instrumento ocupado para el cálculo de la humedad en la madera y la manera cómo es posible que nos muestre el porcentaje de humedad de cualquier especie, además radica en que la madera es pobre conductora eléctrica; es decir el agua al absorberse en la madera y combinarse con las resinas propias de la madera, mejora su conductividad eléctrica, así la resistencia medida a un flujo de la corriente a través de la madera, reflejando en la pantalla del instrumento la humedad en esa madera o especie.

Las definiciones anteriormente orienta lo que significa vapor de agua (humedad) y la manera como es adquirida por la madera y la manera matemática para el cálculo interno en la misma; así también como este recurso renovable para su aprovechamiento es sometido a procesos industriales dentro de un aserradero. Debido a que es la industria es la cual hace efecto la obtención de la madera de un árbol, se abordarán algunas definiciones:

Según el Comité de Lumber Estándar en 1923, citado por Brown y Bethel 1990, define la madera aserrada como “el producto de la sierra, sin más proceso de elaboración que ser aserrada, re-aserrada longitudinalmente por una máquina estándar, cortada transversalmente para dar el tamaño y el elaborado adecuado”

La industria del aserradero tiene como objetivo fundamental transformar la madera en rollo en madera aserrada, la cual desempeña funciones clave para la economía de un país y mucho más si se tiene en cuenta que este recurso es abundante, e inagotable cuando se renueva y aprovecha racionalmente. (Kontro 1998)

Son muchos los beneficios que se obtienen de una especie maderera, cuando se tiene conocimiento sobre ella, respecto a su origen, estructura y desarrollo; pero sobre todo el proceso que conlleva someterla al proceso de un aserrío y todos los factores que se tienen que considerar para obtener un máximo aprovechamiento y con cero defectos en un producto terminado. Debido a esta relación y hacerlo una realidad debemos de considerar un sistema adecuado, cronológico y programado de secado que se le aplicará a las especies con las cuales se laborará.

7.10. SECADO

Según Cardona, Oscar Escobar (1987) www.banrepcultural.org; “Sea cual fuere el sistema de secado que se emplee en secar una madera, se ha de tener presente que: se debe secar en el menor tiempo posible, al menor costo y con la mejor calidad. El secado de la madera es un procedimiento de vital importancia en la manufactura de las maderas, pero en ocasiones llega a ser la fuente de algunos problemas y defectos cuando se aplica mal, generándose pérdidas en el valor de la madera y a veces toda en todo el conjunto”.

7.10.1. Aspectos Básicos Sobre el Secado

La variabilidad de comportamiento de humedad que presentan las distintas especies de madera durante el secado, no sólo influyen en la conducción del proceso de secado; sino que también es necesario tenerlas en cuenta a la hora de realizar el diseño de las instalaciones y la tecnología a emplear. En el caso de especies fáciles de secar, se recurre a técnicas de secado donde se aplican condiciones severas, con el empleo de altas temperaturas y velocidades de aire elevadas; estas técnicas requieren de instalaciones capaces de proporcionar grandes cantidades de energía térmica y sistemas dimensionados para satisfacer estas demandas (calderas de vapor, de aceite térmico, aislamientos térmicos especiales, entre otros).

En especies difíciles de secar, se aplican métodos de secado con condiciones más suaves, velocidades de aire inferiores y se recurre al empleo de técnicas auxiliares y específicas de secado (aplicación de vapor, pre-secaderos, variadores de velocidad de aire).

Estas diferencias técnicas, condicionan la posibilidad de posteriores adaptaciones de la industria a demandas de secado distintas para las que fueron diseñadas.

Considerando que posteriores modificaciones y adaptaciones, son en la práctica compleja y costosa; es necesario analizar detenidamente las alternativas tecnológicas disponibles antes de acometer las instalaciones de secado.

Es por ello que cuando se toma la decisión de realizar el secado de madera, en lo que respecta al uso de cámaras u hornos de secado; ya sea para aserraderos o establecimientos dedicados a la fabricación de muebles, cerramientos, entre otros.

El usuario debe definir el tamaño del horno de secado de madera de acuerdo a varios criterios:

- La cantidad de madera seca mensual que necesita en la empresa en pies o en m³.
- Tener en cuenta que 1m³ corresponde a 424 pies.
- La especie de madera a secar, ya que ésta determina el tiempo de secado de la madera por los hornos; vale decir, depende del espesor de la madera, el cual determina también el tiempo de secado y el tipo o especie.
- Por ejemplo: Si una empresa consume 240 m³ de madera de eucalipto en tabla de 2.5 cm. de espesor (1") por mes.
- El tiempo de la madera en los hornos de secado para cada especie de madera con ese espesor es de 5 días, por lo tanto en un mes puede realizar 6 procesos de secado de madera.
- En este caso la capacidad necesaria es de un horno o cámara de secado de 50 m³, por lo que el equipo que mejor se acomoda a ésta necesidad.

7.10.2. Proceso de Secado de Madera

- La madera es un material higroscópico, gana ó pierde humedad, de acuerdo al medio que la rodea.
- El secado de la madera en hornos depende de 3 factores principales: La velocidad del aire, la humedad Relativa y la temperatura del aire que rodea al horno de secado de madera.
- Controlando éstos tres factores apropiadamente secamos madera.

7.10.2.1. El Proceso de Secado Controla:

7.10.2.1.1. La Velocidad del Aire.

- El aire es el medio encargado de transportar la humedad que despiden la superficie de la madera. A mayor velocidad aumenta la capacidad de arrastre, pero exceso de aire provocaría un re-secamiento de la superficie de la madera generando esfuerzos que pueden dañar la madera o interrumpir en algunos casos el proceso de secado de

madera. En la actualidad se utilizan controladores que varía la velocidad del aire de acuerdo a la etapa de secado de la madera.

7.10.2.1.2. La Humedad Relativa del Aire.

- Es la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la máxima cantidad que puede contener a la misma temperatura. Si aumentamos la temperatura, aumenta la capacidad del aire de contener vapor de agua, lo que quiere decir que puede absorber mayor cantidad de vapor de agua de la madera. Igualmente si extraemos vapor de agua del aire, bajamos su humedad relativa y aumenta la capacidad de sacar vapor de la madera. A una humedad relativa dada, hay un valor de equilibrio de la humedad de la madera. De allí ya no pierde más humedad. Por eso es que tenemos que ir variando las condiciones del ambiente a medida que la madera se seca.

7.10.2.1.3. La Temperatura

- Como dijimos la temperatura varía el valor de la humedad relativa del aire y por lo tanto la capacidad del mismo de extraer humedad de la madera.

7.10.2.2. Control del Proceso

- Como ya hemos comentado para controlar el proceso en los hornos de secado de madera debemos controlar La circulación del aire, la humedad relativa del Aire y la temperatura dentro de las cámaras u hornos secadores de madera.
- Para un adecuado proceso de secado de madera deben usarse los valores de la temperatura y humedad relativa que experimentalmente ya se han determinado para cada especie de madera.
- En la mayoría de los secaderos de madera, la humedad relativa se mide a través del "Bulbo Húmedo" que es una medida termodinámica de la humedad contenida en el aire. Este parámetro se mide con un aparato llamado Psicómetro que es sencillo y por eso su uso.
- Todas las tablas de secado están basadas en los valores de "Bulbo Seco" que mide la temperatura y "Bulbo Húmedo" que determina humedad.

7.10.2.3. Gradiente de Secado de Maderas

El gradiente de secado (GS): es la relación entre la humedad contenida en la madera y la humedad de equilibrio en ese ambiente. Este es el criterio más importante para un adecuado proceso de secado de madera en hornos.

El gradiente de humedad (GH): diferencia entre el contenido de humedad de la madera en el centro y el contenido de humedad en la superficie.

- Un gradiente muy bajo puede prolongar el tiempo de secado de la madera excesivamente, mientras que un gradiente muy alto aceleraría mucho el proceso; pero seguramente traería consecuencias graves en la calidad de la madera y la interrupción del secado programado de la madera.
- Los valores normales están entre 1,5 y 2,5 dependiendo de la especie. En piezas muy gruesas no se pueden usar gradientes altos, ya que la diferencia entre el centro de la pieza que está húmedo y la superficie que tiene una humedad de equilibrio de acuerdo al ambiente, es muy alta y provoca esfuerzos que dañan la madera e interrumpen el tiempo de secado.

7.10.2.4. Pasos del Proceso de Secado de Maderas

Primer paso:

- En primer lugar se debe realizar un acondicionamiento de la madera, partiendo de la temperatura ambiente y con una humedad que va a ser variable en el lugar.
- La importancia del acondicionamiento es para garantizar que la carga quede homogeneizada independientemente del origen.
- Es por ello que se debe acondicionar, llevar los hornos de secado de madera a una temperatura determinada, por un intervalo de tiempo definido según la especie de madera y mantener un gradiente bajo.

Segundo paso:

- Comenzamos a aumentar la temperatura el gradiente (EMC) se utiliza la fase de extracción de agua libre.
- La madera comienza a perder el agua acumulada.

Tercero paso:

- Secó, hasta un gradiente determinado dependiendo de la especie de madera.

Cuarto paso:

- Acondicionamiento final, antes de sacar las maderas a la temperatura ambiente.

Quinto paso:

- Enfriado.

Endurecimiento

- Cuando el gradiente de secado de maderas es alto y la diferencia de humedad entre el centro de la pieza y su superficie también es elevada, la pieza trata de contraerse externamente, si esa tensión supera la resistencia natural de la pieza a ese tipo de esfuerzo, los poros de la pieza se cierran y el secado de esa madera se bloquea.
- También puede provocarse una cristalización de la superficie debido a la poca humedad en ella es decir que fijan los nudos.
- Esta situación se evidencia cuando al aserrar longitudinalmente una tabla, las piezas resultantes se curvan algunas hacia afuera y hacia adentro, dependiendo de la etapa del secado de la madera.

Para corregir el endurecimiento

- Se debe reducir la diferencia en 10 grados centígrados por cada 25 mm de espesor al final del secado de madera por 30 minutos.

7.10.2.5. Colapso de la Madera

- El colapso en la madera se presenta cuando los esfuerzos de la tensión capilar exceden la resistencia de la pieza a la compresión perpendicular al grano.
- El colapso celular es el resultado del secado rápido de madera en los hornos con un contenido de humedad tan alto que todas sus cavidades están llenas de agua libre sin aire, que sirve de colchón a la transmisión de esfuerzos en el secado.

7.10.2.5.1. Causas del Colapso en la Madera:

- Maderas muy impermeables que tienen sus cadenas celulares completamente llenas de agua.
- Maderas de baja densidad, que tienen paredes delgadas y poca resistencia a la compresión perpendicular al grano.
- Aplicación de temperaturas muy elevadas en los hornos de secado de madera durante las primeras etapas del secado, lo cual disminuye la resistencia de la madera y la hace más susceptible al colapso.
- El Colapso puede ser externo en cuyo caso la superficie de la pieza presenta corrugaciones o fuertes aplastamientos.
- Cuando el colapso es interno, generalmente se manifiesta con agrietamientos en el corte transversal de la pieza.
- El colapso puede evitarse secando la madera en estado verde, a temperaturas normales y gradiente bajo durante las primeras etapas del proceso hasta que la madera haya perdido suficiente agua libre, facilitando la formación de burbujas de aire que evitan o atenúan la transmisión de esfuerzos durante esta etapa en los hornos de secado.

7.10.2.5.3. Reacondicionamiento

- La pieza colapsada es posible reacondicionarla, si no se han desarrollado rupturas en la pieza.

- Se somete la pieza a un fuerte vaporizado que debe llevarse a cabo cuando se ha obtenido un contenido de humedad del 16% al 18%. La madera se dilata y adquiere su forma normal de la sección transversal.
- La duración del reacondicionamiento está entre 4 y 8 horas dependiendo de la especie, el espesor y la deformación.
- Durante el proceso el contenido de humedad aumenta entre 4% y 6 % de humedad siendo mayor en las capas exteriores.
- Después de esto debe realizarse un resecado en los hornos cuidadoso con una temperatura más baja y una humedad relativa mayor.

7.10.2.5.3. Alabeo

- El alabeo es producto de la contracción desigual, según sea en la dirección radial, longitudinal y tangencial de la pieza de madera. Esta cualidad se denomina Anisotropía de la Madera.
- La madera por debajo del punto de saturación de la fibra comienza a contraerse y si no está en un ambiente adecuado de temperatura y humedad relativa puede contraerse en exceso en alguna dirección dando como resultado defecto como: abarquillado, arqueado, encorvadura o torcedura, todos estos pertenecientes a la categoría de Alabeo.
- Normalmente la contracción en la dirección tangencial es dos veces mayor que la contracción en la dirección radial.
- También la contracción es mayor en las maderas de mayor densidad o sea más pesadas.
- Para evitar estos defectos en la madera, debe utilizarse un horario de secado en los hornos de secado de maderas adecuado para la especie, espesor y contenido de humedad del lote.

El validar un proceso, tener conocimientos sobre la madera y su estructura natural, las ventajas y desventajas que tiene la humedad dentro de la madera. Todos estos temas pueden ser estudiados, analizados, evaluados, controlados; de tal manera que obtengamos un producto final con calidad, pero para ello se abordará la manera cómo influye el término calidad y sus elementos en este estudio.

La madera en su estado natural ofrece limitaciones que se refieren principalmente a la susceptibilidad de ser atacada por organismos vivos que la pueden destruir. Debemos tener muy en cuenta que la madera, no es un material de construcción, fabricado a propósito por el hombre; sino que es un material obtenido del tronco y las ramas de los árboles y que por lo tanto es propenso a sufrir de transformaciones y enfermedades.

Debido a estos cambios en la estructura de la madera, se considera en la industria un material o producto de valor comercial inferior. Es por ello que se debe de tener un control riguroso en los tratamientos que se le den, para obtener un producto terminado de calidad. Aunque el término calidad es muy amplio, se abordarán algunos aspectos relacionados para una mejor comprensión.

7.11. CALIDAD

El término calidad empieza al momento de obtener un producto final, que satisfaga todas las necesidades o más de lo que se esperaba; pero en el caso de laborar con madera se encuentra la limitante, de que ésta posee características naturales que perjudican el valor comercial. Es por ello que la relación que existe con el término calidad es muy significativo, debido a que el producto final obtenido en un aserrío tendrá una próxima instalación o un propósito final en un lugar específico; la calidad constante en la producción de Machimbre solo se puede garantizar, gracias a un control continuo de la humedad para poder garantizar la entrega de la madera de acuerdo a las especificaciones del cliente. Este control necesario de la humedad, orienta hacer uso de las herramientas que el término calidad posee. Primeramente se hablará de los defectos que la madera posee, ya sea por su naturaleza o cuando es aplicado un proceso industrial y posteriormente nombrar las herramientas que proporcionan tener un control y saber el comportamiento de la humedad en un proceso industrializado:

7.11.1. Defectos de la Madera

Según Rojas León, Héctor (1987), banrepcultural.org; se entenderá lo que son los defectos en la madera, su origen y los tipos. “Todo daño en la estructura o alteración en la apariencia de la madera, producido durante el proceso de secado y que disminuye su valor comercial, su duración o afecta su aptitud industrial, se considera defecto de secado. Dichos defectos

se presentan desde el momento en que ha sido cortado el árbol, ya sea en la troza, en la madera aserrada o, inclusive, en el producto terminado y en uso, cuando éste ha sido elaborado con madera verde o deficientemente tratada”.

Dichos efectos tienen distintas manifestaciones según la causa y las circunstancias en las cuales se desarrollan. Si se sabe cómo, dónde y por qué ocurren, es posible tomar precauciones para que el deterioro sea el mínimo posible.

Los defectos de la madera se subdividen en los grupos siguientes:

Nudos, fendas, defectos en la forma del tronco y en la estructura de la madera, coloración química, ataques producidos por los hongos, ataques producidos por los insectos, así como daño y deformaciones.

7.11.1.1. Nudos

Los nudos son las bases de las ramas encerradas entre la madera del tronco. La madera de los nudos se destaca por su color más oscuro y tiene un sistema independiente de capas anuales. Estos nudos hacen difícil el trabajo de la madera, son sueltos y pueden desprenderse dejando huecos; según la disposición mutua: los nudos se clasifican en Dispersos, Agrupados y Ramificados.

7.11.1.2. Fendas

Las fendas representan rupturas o grietas de la madera a lo largo de las fibras.

Clasificación de las Fendas

Las fendas se subdividen en fendas de corazón partido (estrellado), de heladura (atronadura), de desecación o de merma y en acebolladuras (colainas).

7.11.2. Defectos en la Estructura de la Madera

Cualquier irregularidad en la madera que afecte a su resistencia o durabilidad es un defecto. A causa de las características naturales del material, existen varios defectos inherentes a todas las maderas, que afectan a su resistencia, apariencia y durabilidad.

Entre los defectos de la estructura de la madera figuran: inclinación de las fibras, excentricidad del corazón, madera de tiro, fibra torcida, rizos, ojos u ocelos, bolsas de resina, corazón doble, hijuelo, madera seca, sector intermedio, cáncer y manchas, entre otros. Estos defectos dificultan el maquinado (aserrado y desenrollo) de la madera y aumenta la cantidad de desechos, reduce la resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción; aumenta la desecación a lo largo de las fibras, provocando con esto el agrietamiento y disminuye la absorción de agua por la madera y con esto dificulta su impregnación, así como empeora el aspecto exterior de la madera.

7.11.2.1. Descolorido

Se produce por la excesiva madurez de la madera y también provoca la decadencia de la misma. Se nota por la aparición de manchas rojas o pardas.

7.11.2.2. Deformaciones de la Madera

Entre la deformación de la madera figura el alabeo que representa un encorvamiento de la madera aserrada durante su labra, secamiento o almacenamiento. El alabeo altera la forma de la madera aserrada, dificulta su uso según la destinación, el maquinado y el corte a medida.

7.11.3. Enfermedades de la Madera

La madera es destruida por varios agentes, contra cuya acción es necesario luchar. Por lo tanto la pudrición de la madera, se entiende la descomposición de los elementos químicos que entran a formar parte de la savia, por la acción de los hongos. Se distinguen dos clases de pudrición la llamada pudrición azul y la blanca.

Existen varios procedimientos para la preservación de la madera contra esta enfermedad, tales como el barnizado previo con aceite de linaza, pinturas al óleo, alquitrán, isol, y otros muchos productos; impregnación con creosota, sales metálicas (sulfato de cobre, cloruro de zinc, sublimado corrosivo), quedando la madera más dura y pesada.

Otra de las enfermedades de la madera es el enmohecimiento, Suele aparecer el primer síntoma de esta enfermedad cuando se descubren ciertos puntos negros con moho, a veces con manchas amarillentas. Golpeando la madera, se obtiene un sonido apagado, y se arquea con pequeño esfuerzo. Produce el enmohecimiento, un característico olor húmedo.

La carcoma ataca principalmente a la albura y son larvas de insectos, que pusieron sus huevos en el árbol. Estas larvas construyen galerías, a veces sin salida al exterior, por lo que sólo son denunciadas por el característico ruido que hacen al roer la madera.

Por lo tanto, la madera es un material utilizado en múltiples aplicaciones en la industria del mueble, decoración, construcción, entre otros. La madera requiere un recubrimiento que sea a la vez protector y decorativo; Protector, por cuanto que es un material con tendencia a dilataciones y contracciones, absorbe agua y suciedad, se pudre con facilidad por el ataque de microorganismos, manipulación y uso le afectan rápidamente.

Aclara Rojas León (1987); “Las maderas para la fabricación de muebles deben secarse hasta alcanzar un nivel óptimo de humedad mediante un secado a estufa. Un bajo contenido de humedad conduce a hinchamientos y alabeos, y por el contrario, si es alto se comba o se agrieta. Para que los acabados no se vean seriamente afectados, el contenido de humedad óptimo es de 5 al 10%. En la operación del secado del recubrimiento aplicado a la madera, el calentamiento de las mismas, a temperaturas próximas a 60°C, durante unos pocos minutos puede alterar este equilibrio”.

El validar un proceso, tener conocimientos sobre la madera y su estructura natural, las ventajas y desventajas que tiene la humedad dentro de la madera. Todos estos temas pueden ser estudiados, analizados, evaluados y controlados; de tal manera que obtengamos un producto final con calidad.

Debemos de considerar que el consumidor es el único juez de la calidad en un producto final. El consumidor, es el único que debe importar; porque al rendir un servicio, fabricar un producto para los clientes para el mejoramiento del buen vivir y es el cliente que decidirá la calidad.

La calidad es un concepto que ha ido variando con los años y que existe una gran diversidad de formas de concebirla en las empresas, es por ello se citarán dos de los más importantes personajes aportadores a este concepto, los cuales reflejan en sus obras lo importante que significó la aplicación cabal de tan significativo concepto.

7.11.4. Kaoru Ishikawa y Puntos de Deming

Según Kaoru Ishikawa en su obra control total de la calidad (1962), la define como: "Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor". Es decir manufacturar a bajo costo, lo cual empieza en que la calidad debe de ser una revolución de la gerencia y conlleve a generar y mantener un producto con calidad.

Este mismo autor establece en sus principios lo siguiente:

- La calidad empieza con la educación y termina con la educación.
- El estado ideal de la calidad ocurre cuando ya no es necesaria la inspección.
- Eliminar la causa raíz y no los síntomas.
- No confundir los medios con los objetivos

Según Edwards Deming (1980), "la calidad no es otra cosa más que una serie de cuestionamientos hacia una mejora continua". En la actualidad es de mucho uso en las empresas, la teoría conocida como los 14 puntos de Deming, los cuales han sido muy útiles para el control y desarrollo de la calidad. Para entender un poco más el propósito de dichos puntos, se enumerarán y se entenderá como se aplicaría a una empresa maderera.

1.- Crear constancia de propósito.

La constancia logra mejorar productos o servicios. Esto significa crear un plan para permanecer dentro del negocio ya sea a corto, mediano o largo plazo, lo cual hace que una empresa sea más competitiva, por medio de la innovación, investigación y el mejoramiento continuo y con un mantenimiento adecuado. Dentro una empresa maderera se debe tener en cuenta que la materia prima involucrada, es un recurso renovable y que con su uso racional puede garantizar permanencia en el mercado nuestro producto, para el cual se debe estar bien informado de las propiedades, características, estructura del recurso y así se sabrá de los logros que se obtienen en el producto final.

2.- Adoptar la nueva filosofía.

Permite poder entrar a la nueva era económica, estableciendo un liderazgo dirigido al cambio. Esto hace que las empresas que vivan con la cultura del error, no le pueden asegurar a la compañía su permanencia en el mercado. Los artículos con defectos no son gratis y puede ser más costoso corregir un error, que producir un artículo nuevo. Sabemos que el cambio de cultura no es fácil y se lleva tiempo, pero solo la alta gerencia puede lograrlo.

La gerencia se enfrenta a un problema generalizado y común que ocurre en el momento de la selección y corte de la madera; es no considerar los cortes adecuados y el tipo de especie, pero sobre todo la condición, defectos naturales que ésta tenga, que conlleve a un desperdicio y no aprovechamiento al máximo del recurso, ya que un corte de determinado tamaño y con defectos no es posible ser exportado y no es un error reparable.

3.- Terminar con la dependencia de la inspección.

La inspección siempre es tardía, ineficaz y costosa. El nuevo objetivo de la inspección es la auditoria para poder detectar cambios en el proceso y comprobar medidas preventivas; es decir debemos dejar de depender de la inspección masiva, más bien incorporar el concepto integrado de calidad en todo el proceso operacional, lo cual aminora costos y se aumenta calidad. Durante el proceso todo personal debe estar consciente de la importancia de la realización correcta de la labor que se le ha asignado y que es parte del éxito de la empresa.

4.- Terminar con la práctica de decidir negocios con base en los precios.

No se puede permitir que la competitividad de un producto, esté basada únicamente en su precio, menos ahora que las necesidades del cliente se basan en la confiabilidad de los productos; siendo lo más importante crear confianza y fidelidad duradera con un solo proveedor en la adquisición de cada materia prima. En Nicaragua, la mayoría del aprovechamiento de árboles procede de la zona norte y atlántica del país; lo cual garantiza

que la mayoría de la materia prima de un aserrío, sea confiable por su procedencia ligada con la experiencia de los operarios del aserrío al momento de realizar la compra.

5.- Mejorar el sistema de producción y de servicios.

Esto debe hacerse de una forma constante y permanente para poder mejorar la calidad, productividad; así mismo reducir los costos y de la misma manera reducir los errores y desperdicios en los productos. Todo esto se logra por medio del mejoramiento de los procesos productivos, los servicios y la planeación; además la administración debe enfocarse en la minimización de costos, a través de la reducción de pérdidas y la merma de productos defectuosos. El aserrío en este caso debe realizar capacitaciones a personas que sean de nuevo ingreso en la empresa y con faltas de conocimientos del mismo, las maquinas deben estar en buen estado para desarrollar con eficiencia y eficacia la operación asignada.

6.- Entrenamiento del trabajo.

Uno de los principales problemas en entrenamiento y la supervisión, es que no se han fijado estándares para poder medir cuál es un trabajo aceptable y cuál no lo es. Debido a que éste estándar solo se ligaba con la necesidad del supervisor de obtener determinada cantidad de producción sin importar la calidad de éstos. Es por ello que el trabajador debe tener suficiente conocimiento y capacitación de su función a desempeñar dentro de la empresa; es por ello que el aserrío debe de tener las herramientas y personas necesarias para poder desarrollar un buen trabajo en equipo y colaboración mútua entre ellos.

7.- Adoptar e instituir el liderazgo.

La supervisión es responsabilidad de la administración y debe de eliminar las barreras que le impidan al trabajador desarrollar sus actividades con orgullo. Para ello una de las fundamentales tareas del supervisor será encontrar y enfocarse quiénes dentro de la empresa necesitan de ayuda para poder instruirlos, orientarlos en el cumplimiento adecuado de las tareas encomendadas. El supervisor del aserrío debe de estar pendiente de las personas nuevas dentro del mismo o a las cuáles se les han asignado nuevas tareas, el cual debe de estar resguardando de la buena ejecución de las funciones.

8.- Eliminar temores.

El miedo es el causante que desaparezca la comunicación en todos los niveles de la empresa, el cual ocasiona la falta de aporte de los empleados que pueden servir en pro del desarrollo de la empresa; erradicando el miedo y fomentando la confianza se logra el bien y sentido común para lograr ser una empresa competitiva. Dentro del aserrío el gerente o la administración deben estar pendientes de todos los procesos productivos y de las necesidades del empleado y sobre todo darle valor moral, por el desarrollo de sus funciones para que pueda existir la confianza de transmitir a la alta jerarquía de las inquietudes y sugerencias hacia el mejoramiento del proceso.

9. Romper las barreras entre los departamentos.

Todos los departamentos deben mantener una comunicación clara, precisa y con información a tiempo y no crear un sentido de competencia, sino más bien crear una visión a largo plazo que le permita orientarse a lograr los objetivos planteados y de esta manera poder detectar a tiempo los fallos en el proceso. Dentro del aserrío el conocimiento de todas las fases del proceso es indispensable que todos y cada uno lo conozcan para poder apoyarse y no crear superioridad, lo cual permitirá ayudar a los menos faltos de conocimiento o experiencia del proceso, logrando un buen producto, a tiempo, sin fallas y con calidad.

10.- Eliminar slogan.

Es muy importante eliminar todo tipo de slogan que impliquen la perfección, o un nuevo nivel de producción sin proponer como lograrlo. El proponer metas, sin un método para llegar a ellas, va a producir más efectos negativos que positivos; para lo cual debemos ser conscientes primero de las capacidades del personal y las capacitaciones que han sido involucrados para el desarrollo de sus funciones y sobre todo el estímulo que van ligados con la remuneración. Un aserrío debe de estar realizando capacitaciones periódicas de la ejecución de las funciones que conlleva el obtener el producto final; pero para ello también se debe proporcionar el equipo, método de trabajo, seguridad y remuneración necesaria para que el proceso completo sea productivo.

11.- Eliminar estándares.

Normalmente estos estándares y metas numéricas vienen a sustituir al liderazgo; normalmente solo son cifras numéricas que no se basan en los procesos, métodos o la calidad y por lo general al final se constituyen en baja calidad y altos costos; por lo tanto se deben de sustituir con el liderazgo, eliminando el concepto de gerencia por un sinónimo del cumplimiento de los objetivos. Un aserrío normalmente trabaja con alto grado de peligrosidad en la manipulación de la madera en rollos o timbres; es por ello que las metas o estándares deben de ser muy cuidadosos en un caso de ser establecidos, lo cual permitirá el buen desempeño y tranquilidad, tanto en la parte alta, media y baja en la jerarquía.

12.- Eliminar barreras que impidan alcanzar el orgullo al trabajador.

Un trabajador no podrá sentirse orgulloso de su trabajo, si se le menosprecia por la labor que este ejecuta y que le fue asignada; es por ello que se le debe de educar y señalar que él es una parte más de este proceso y que sin él sería una parte con la cual no se cumpliría por completo el proceso; pero sobre todo que él es útil pero no indispensable.

13.- Instituir un activo programa de educación.

Es necesario capacitar al personal en cuanto al uso de las estadísticas, para poder incorporar algunos sencillos métodos para que los empleados puedan llevar el control diario. El proceso de capacitación es sencillo y puede ejecutarse en todos los niveles; que permitirá el auto mejoramiento del personal y sus actitudes frente a los cambios de nuevos métodos de trabajo y podrán sugerir en cuales de las áreas se deban aplicar. Cuando los operarios en el aserrío han adquirido conocimientos teóricos de las fases del proceso productivo y sobre los métodos de trabajo, para ellos le será más fácil sugerir sobre los cambios adecuados, que se deben de realizar en el proceso; así como orientar a los administradores sobre las áreas de la empresa o fases del proceso que necesitan fortalecer.

14.- Implicar a todo el personal en la transformación.

La administración necesitará la orientación de algún experto, pero éste no asumirá la responsabilidad que le compete a la administración. El objetivo primordial dentro de una

empresa, radica en que todos y cada uno obtengamos el cambio en cuanto a los términos de calidad, procesos, productos y servicios; en un conjunto pero con un equipo que reúna las características de capacidad y liderazgo.



Es por ello que llega a la conclusión que el 95 % de los problemas de una empresa se pueden resolver con simples herramientas de análisis y de solución de problemas.

Es éste momento se debe aplicar los círculos de calidad, que ayudarán a reducir los efectos en las líneas de producción; además que las empresas la ponían en práctica.

7.11.5. Herramientas de Ingeniería

En los círculos de calidad se enseñaban las siguientes herramientas de ingeniería. Las siguientes definiciones de las herramientas, se abordarán con los aportes de varios autores:

7.11.5.1. Diagrama de Flujo.

Consiste en expresar gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de éste, estableciendo su secuencia cronológica.

Es una secuencia gráfica detallada de los pasos o partes que componen el proceso en la actualidad. (Besterfield; 1995:34)

Es decir se representan gráficamente la secuencia de la organización de personas, materiales y procedimientos de las actividades que se requieren para lograr un resultado específico; además uno de los primeros pasos que realiza un equipo, es buscar la manera de mejorar los procesos para trazar un diagrama de flujo de ese proceso, el cual constituye un método extremadamente útil para delinear lo que está sucediendo en un momento dado.

7.11.5.2. Histograma.

Es una herramienta estadística que se utiliza para representar la distribución de variables; es la representación gráfica de un conjunto de datos utilizados de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia. DEMING, T (1989).

Es definido como un gráfico de barras verticales sin espacio entre ellas, apareciendo los límites de las clases en el eje horizontal y las frecuencias en el vertical. La frecuencia correspondiente a una clase, viene representada por la altitud de un rectángulo (barra) cuya base es el intervalo de clase. CORDOVA, E (2003)

En resumen, el histograma es un resumen gráfico que nos muestra el número de veces que se repiten los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas; también es importante cuando se conocen los desvíos, porque mediante los gráficos que son formados por rectángulos verticales de igual base, con altura proporcional a la frecuencia que se hace referencia.

7.11.5.3. Diagrama de Dispersión.

Es una presentación gráfica de la relación entre dos variable, muy utilizada en la fase de comprobación de teoría e identificación de causa raíz en el diseño de soluciones y mantenimiento de los resultados obtenidos.

Es decir, nos indica la variación si dos variables cambian o varían con proporcionalmente. (Hernández y Maza; 2000: 56)

La gráfica de correlación parte del inicio de que todo proceso complejo y extenso posee mayor posibilidad de errores. El gráfico de correlación muestra la variación de un proceso y determina a qué obedece la variación.

7.11.5.4. PEPSU

De acuerdo a la (Normalización y Certificación Electrónica A. C., NYCE), esta herramienta es útil para definir el inicio y el fin del proceso al facilitar la identificación de sus proveedores, entradas, subprocesos, salidas y usuarios.

Las siglas PEPSU representan:

Proveedores: Entidades o personas que proporcionan las entradas como materiales, información y otros insumos. En un proceso puede haber uno o varios proveedores, ya sea interno(s) o externo(s).

Entradas: Son los materiales, información y otros insumos necesarios para operar los procesos. Los requisitos de las entradas deben estar definidos, y se debe verificar que las entradas los satisfacen. Pueden existir una o varias entradas para un mismo proceso.

Proceso: Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Bajo el título “Proceso” de la herramienta PEPSU se registran los subprocesos que conforman el proceso que se está definiendo.

Salidas: Una salida es el producto resultado de un proceso. Los productos pueden ser bienes o servicios. Los requisitos de las salidas deben estar definidos (necesidades de los usuarios, estándares definidos por la institución, normatividad vigente, etc.), y se debe verificar que las salidas los satisfacen. Hay procesos que tienen una salida para cada usuario y otros que tienen una sola salida que está orientada a varios usuarios.

Usuarios: Son las organizaciones o personas que reciben un producto. El usuario (o cliente), puede ser interno o externo a la organización.

La definición del proceso se realiza en sentido inverso a la presentación del PEPSU (Usuarios- Salidas-Proceso-Entradas-Proveedores) es decir, se debe iniciar con la columna de usuarios.

Para identificar a los usuarios del proceso se recomienda enlistar a los usuarios y verificar si son estos efectivamente los que reciben el trabajo o servicio y si existen usuarios que no han sido considerados.

7.11.5.5. Cuestionario de Diagnóstico del Proceso.

Este cuestionario consiste en una serie de preguntas abiertas y estructuradas para identificar la percepción que tiene el personal que opera el proceso de la efectividad de sus factores.

Se deben justificar las preguntas cuya respuesta inicial sea SÍ o No.

1. ¿Qué objetivo del proceso no se está cumpliendo?
2. De acuerdo a su percepción, ¿las características de los productos o servicios cumplen con los estándares establecidos?
3. De acuerdo a su percepción, ¿los productos o servicios satisfacen las necesidades de sus usuarios?
4. ¿El proceso tiene una clara relación con la misión, visión, objetivos estratégicos y políticas de la institución?
5. ¿Considera usted que el proceso cuenta con controles que permiten identificar variaciones en su desempeño?
6. ¿Se están ejecutando acciones de mejora en el proceso actualmente?
7. ¿Cuáles considera usted que son los problemas principales en el proceso seleccionado?
8. ¿Cómo considera usted que debería operar el proceso seleccionado (en cuanto a tiempo, costo, productividad, entre otros.)?

8. ¿Cuáles considera usted que son las diferencias entre la forma en que actualmente opera el proceso y la forma en que debiera operar?

7.11.5.6. Gráficas de Control.

Un gráfico de control es una gráfica lineal en la que se ha determinado estadísticamente un límite superior (límite de control superior) y un límite inferior (límite de control inferior) a ambos lados de la media o línea central. (Hernández y Maza; 2000: 56)

Un gráfico de control, muestra si un proceso está bajo control o no, indica resultados, que requieren una explicación, define los límites de capacidad del sistema, los cuales previa comparación con los de especificación pueden determinar los próximos pasos en un proceso de mejora.

Los gráficos de control pueden proporcionar una base para actuar y su uso continuo tiende a reducir la variabilidad y estabilizar la calidad en los niveles que se quieren alcanzar.

Todas estas herramientas nos ayudan a demostrar el funcionamiento y comportamiento actual del producto y sus operarios dentro de la empresa, cualquiera que sea el giro a la que se dedique; así como una visión del mejoramiento de la calidad, si es la que se está evaluando por medio de términos numéricos y porcentuales, los cuales obtenemos al aplicar estas herramientas.

Hernández y Maza, han brindado a la ciencia conceptos teóricos y herramientas para el control, evaluación y logro de la calidad; aplicados correctamente se obtendrían los objetivos y metas establecidos por la empresa. En resumen se podría decir que al final de la aplicación de estos conceptos, que son los más utilizados en la actualidad, permite establecer una serie de objetivos a cumplir con el cliente, se puede decir que calidad es:

- Satisfacer plenamente las necesidades del cliente.
- Cumplir las expectativas del cliente y algunas más.
- Despertar nuevas necesidades del cliente.

- Lograr productos y servicios con cero defectos.
- Hacer bien las cosas desde la primera vez.
- Diseñar, producir y entregar un producto de satisfacción total.
- Producir un artículo o un servicio de acuerdo a las normas establecidas.
- Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes.
- Sonreír a pesar de las adversidades.
- Una categoría tendiente siempre a la excelencia.
- Calidad no es un problema, es una solución.

7.12. ESPECIES MADERERAS.

Los árboles plantados no son siempre especies autóctonas (evolutivamente adaptados al ecosistema en el que se encuentra) que se plantan en el momento y de la forma idónea para garantizar su supervivencia. Plantar puede parecer sencillo, pero lo más complicado es que éste sobreviva los primeros años, los árboles plantados deben ubicarse con las mayores garantías, de acuerdo al suelo, lugar que serán plantados; ya sea por empresas especializadas o personas responsables del lugar de plantación, que se encarguen de su cuidado, su seguimiento intensivo durante los primeros años de vida, claves para su supervivencia. Las especies deben de vivir un mínimo de vida promedio de 25 años.

Una vez que se ha cumplido el promedio de vida del árbol, se decide aprovechar este recurso de una manera racional, tal que no afecte el medio ambiente. Esto se logra por medio de permisos y documentación que emite INAFOR; que validan y permiten la tala del árbol, en la zona permitida. Una vez realizado estos pasos, se procede a transportar el árbol en rollos, para ser sometidos a un proceso industrial; en este caso en un aserrío tecnificado e industrializado.

Antes de abordar el diseño metodológico que continúa; se abordará la distribución y algunos usos de 6 tipos de especies madereras, dicha información ha sido recabada de INAFOR (1993): Guapinol, Cortes, Cedro Macho, Cedro Real, Frijolillo, Nispero.



7.12.1. GUAPINOL (*Hymenaea Courbaril*)

Distribución de la Especie

Son árboles muy notables por su magnitud y corpulencia que se evidencia desde que tienen pocos años de edad.

En América se encuentra desde el Sur de México a través de Centro América y Las Antillas, desde el Norte de América del Sur hasta Brasil, Bolivia y Perú. En Nicaragua se extiende por casi todo el territorio nacional, tanto en zonas secas como en húmedas, especialmente a bajas elevaciones. Es frecuente a orillas de los ríos.

Breve Información de la Madera

Madera con albura de color gris rosáceo y duramen castaño rojizo con bandas más oscuras, albura bien diferenciada del duramen con zona de transición rugosa; textura media; grano entrecruzado; superficie medianamente lustrosa, olor y sabor no característicos.

Usos de la Madera

Construcción pesada aplicaciones externas: puentes, postes, durmientes, estacas, construcción civil: pisos, escaleras; construcciones de botes y barcos (armaduras, cubiertas, forros, adornos y acabados), plataformas y carrocería para vehículos; muebles de lujo o partes de estos, gabinetes de primera clase, chapas decorativas, artículos torneados, piezas curvadas, artesanías, instrumentos musicales.

Otros usos

De la resina se producen sustancias tan conocidas como el bálsamo, el incienso, la trementina.

7.12.2. CORTEZ (*tabebuia guayacan*)



Distribución de la Especie

Se encuentra desde el sur de México hasta Colombia, principalmente en la costa Atlántica.

Breve Información de la Madera

Árbol que alcanza hasta 50 m de altura y de 1-1.5 m de diámetro, copa redondeada, tronco recto y cilíndrico, a veces con pequeñas gambas de hasta 80 cm de alto, corteza de 1-2 cm de grosor, agrietado superficialmente en surcos verticales, de color pardo a pardo-blancuzca.

Usos de la Madera

Su madera es difícil de trabajar por su dureza, sin embargo, por su durabilidad es utilizada en construcciones pesadas tales como traviesas de ferrocarril, postes de cerca y corral, Carrocería.

Otros usos

Se emplea en infusión como fungicida y tratamiento renal. Las múltiples afirmaciones de que tiene efectos benéficos en el tratamiento del cáncer no han sido corroboradas científicamente.

7.12.3. CEDRO MACHO (*carapa guianensis*)



Distribución de la Especie

Se encuentra desde las Antillas desde Cuba hasta Trinidad y en América desde el Sur de Honduras, resto de Centro América, Guayanas hasta Colombia, Brasil, Perú y en tierras inundadas del Río Orinoco en Venezuela. En Nicaragua se encuentra distribuida en el Bosque Húmedo Tropical.

Breve Información de la Madera

Madera con albura de color rosado; duramen castaño claro rosado, con zona de transición rugosa entre albura y duramen; textura media; grano recto a entrecruzado; superficie medianamente brillante y áspera al tacto; olor y sabor no característicos.

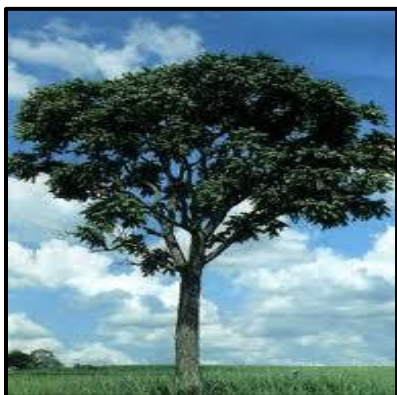
Usos de la Madera

Construcción interna (Molduras, Puertas, Ventanas y Marcos, Zócalos y Enchapes), carpintería en general, barcos, botes, lanchas, acabados y divisiones interiores, muebles, gabinetes, chapas decorativas, artículos torneados.

Otros usos

De las semillas se obtiene aceite que se utiliza en fabricación de jabón y velas, como repelente de insectos.

7.12.4. CEDRO REAL (Cedrela Odorata)



Distribución de la Especie

Esta especie es originaria de América donde se extiende desde México hasta Argentina, encontrándose, también en las Antillas. En Nicaragua tiene amplia distribución, al Occidente se encuentra en la formación Bosque Seco Tropical y alcanza sus mayores dimensiones en el Bosque Húmedo Tropical del Atlántico.

Breve Información de la Madera

Madera con albura diferenciada del duramen. Albura de color pardo amarillento claro levemente rosáceo. Duramen beige rosáceo; textura media; grano recto a levemente inclinado; superficie brillante y lisa al tacto; olor aromático y sabor amargo.

Usos de la Madera

Puede usarse en acabados y divisiones interiores, muebles de lujo, chapas decorativas, artículos torneados, gabinetes de primera clase, puertas talladas, contrachapados, botes (partes internas), molduras y paneles.

Otros usos

La infusión que se obtiene del cocimiento de sus hojas, raíz y corteza se usa como medicina casera contra la bronquitis, dispepsia, indigestión, fiebres, diarrea, vómitos, hemorragias y epilepsia. Las semillas poseen propiedades vermífugas, especialmente para eliminar lombrices.

7.12.5. FRIJOLILLO (*Cojoba arbórea*)



Distribución de la Especie

De México a Sudamérica, además de las Antillas. Por la vertiente del Golfo desde San Luís Potosí y norte de Puebla, y Veracruz hasta Tabasco y Chiapas; por la vertiente del Pacífico, en Oaxaca y Chiapas.

Breve Información de la Madera

Es un árbol entre 15 y 30 m de altura, con diámetro hasta de 1 m, tronco derecho, ligeramente tortuoso o con curvaturas, con las ramas ascendentes y la copa abierta y oscura. La corteza es muy marcada con salientes escamosas, lisa cuando joven, de color gris oscura. Las ramas jóvenes son café rojizas, a grisáceas.

Usos de la Madera

Lo emplean para hacer muebles rústicos, tales como sillas, mesas, taburetes, camas y roperos. Lo utilizan para cercas de terrenos, construcciones rurales, horcones, vigas, leña; en los potreros para sombra. También lo utilizan como poste para trabajar el ganado, por su resistencia. Además lo utilizan para la fabricación de carretas y fogones.

Otros usos

Por su alta acústica se recomienda para la fabricación de instrumentos musicales; también se utiliza en ebanistería y en construcción en general.

7.12.6. NÍSPERO (*Manilkara Achras*)

Distribución de la Especie



El nispero se cree nativo de Yucatán y posiblemente de otras partes cercanas del sur de México, así como el norte de Belice y el noreste de Guatemala. En esta región hubo una vez 100, 000,000 árboles. La especie se encuentra en los bosques en toda Centroamérica, donde al parecer ha sido cultivada desde tiempos antiguos. Se introdujo hace mucho tiempo en toda la América tropical y las Antillas, las Bahamas, las Bermudas, los Cayos de la Florida y la parte meridional de la península de Florida. A principios de la época colonial, se ha llevado a Filipinas y luego fue adoptado en todo el trópico del Viejo Mundo.

Breve Información de la Madera

El duramen es de color rojo. El árbol del nispero es de crecimiento bastante lento, y de larga vida, es erecto y elegante, claramente piramidal cuando joven, llega a 60 pies (18 m) de altura al aire libre, pero puede llegar a 100 pies (30 m) cuando está semi cubierto en un bosque. Es fuerte y resistente al viento, rico en látex de color blanco.

Usos de la Madera

La corteza rica en tanino es usada por los pescadores de Filipinas para teñir sus velas y líneas de pesca; también se ha utilizado para traviesas de ferrocarril, pisos, carretas nativas, mangos de herramientas, lanzaderas. El duramen es de color rojo y es valorado para muebles, ebanistería, y confección de gabinetes pero el aserrín irrita las fosas nasales.

Otros usos

Debido al contenido en tanino, los frutos jóvenes son hervidos y cocidos, con el propósito de usar para detener la diarrea. Una infusión de frutas jóvenes y flores se bebe para aliviar los malestares pulmonares; la cocción de las hojas viejas y amarillentas, se bebe como un remedio para la tos, resfríos y diarrea; Las semillas trituradas tienen una acción diurética y se dice que sirven para la expulsión de los cálculos renales.

Como se puede comprender todas las especies madereras tienen sus características internas, las cuales son aprovechadas por los humanos para satisfacer las diferentes necesidades, usos y gustos de la vida diaria.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

Antes de empezar con el desarrollo de la presente investigación, se hace de conocimiento que se llevó a cabo la implementación del sistema internacional de unidades, conocido por sus siglas (SI), se utilizó su uso debido a que el desarrollo de la técnica, tecnología y ciencia se basan en las definiciones del presente sistema. Esta norma la cual es obligatoria en nuestro país denominada NTON 07 004-01; orientó poder utilizar correctamente las unidades de medida, las conversiones, la separación de las cantidades y el correcto redondeo a las cifras obtenidas. Esta información la obtuvimos de la página virtual: www.mific.gob.ni

8.1. Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio

Managua es la actual capital de Nicaragua, ubicada en Centroamérica entre Costa Rica y Honduras, cuenta con unos 1 801 012 habitantes en su área metropolitana. Es una de las capitales más cálidas de Centroamérica, debido a su altura de 55,97 metros sobre el nivel del mar (msnm), fácilmente alcanza en el día los 35 °C y por la noche 24 °C, con una extensión superficial de 813 km².

Fuente: INIDE – Censo (2010)

La empresa Maderas Preciosas de Nicaragua (MAPRENIC), se encuentra de la Rotonda La Virgen 2 cuadras al Oeste.

<http://www.infoguiamanagua.com>

8.2. Tipo de Investigación:

Es una investigación de tipo científica, ya que se abordó un tema de investigación en el cual se miden y recopilan datos específicos de la materia (madera), en función de obtener y demostrar el comportamiento de la humedad interna; así como las ventajas y desventajas que se obtienen de ésta cuando tiene un correcto grado de humedad final. Los estudios científicos buscan especificar, demostrar y aportar a la humanidad un conocimiento nuevo para ser aprovechado y utilizado, por cualquier persona, grupo o comunidad. Se logró

obtener pero sobre todo validar un grado óptimo de humedad en diferentes especies de maderas en aserrío MAPRENIC; ya que cumplió con las tolerancias de la norma venezolana COVENIN.

Debido a su carácter científico, la investigación cuantitativa se centro en comparar la información de las diferentes especies y la manera en que se podía lograr un GOH homogéneo. De acuerdo a su diseño se obtuvo información a través de toma del grado de humedad interna, haciendo uso del instrumento llamado Higrómetro en las especies involucradas, ya que en la exploración de campo la mayor parte de los datos, en este caso es el grado de humedad antes y después de ser sometida la especie a un sistema de secado. La parte restante de la información se recopiló, haciendo uso de entrevista dirigida al personal del aserrío, con preguntas abiertas; como técnica cualitativa.

En relación con el tiempo, esta investigación es de Corte Transversal, puesto que se recolectó y analizó datos en un período de tiempo dado que fue el año 2012.

Los métodos que se utilizaron son: el empírico en el cual se aplicó entrevistas, información brindada, observación directa del personal involucrado en el proceso del aserrío investigado; el método científico que sirvió de referencia para la manipulación y utilización de un instrumento medidor de humedad (Higrómetro), combinados con principios y métodos de ingeniería.

Las variables medidas que cumplieron los objetivos son las siguientes: temperatura, velocidad del aire, tiempo de secado (el horno tiene la tecnología para controlar estas variables), grado de contenido de humedad inicial y final, factores internos y externos que inciden al grado de humedad y valoración ambiental.

8.3. Población y Muestra:

El tamaño de la población para realizar la investigación, es el cálculo de la capacidad (volumen) de tablas de almacenaje del horno eléctrico, tomando en consideración sus dimensiones en metros que son: 12, 2.5, 2.8; que corresponden a la longitud, ancho y alto respectivamente. El almacenaje de la madera (tablas) dentro del horno para su proceso de secado, se llevó a cabo una vez terminado el proceso de aserrado de la cantidad de madera que alcanza en su interior; por lo tanto se tomó como dato de referencia la capacidad del

horno, la cual se cálculo utilizando la fórmula de poblaciones finitas, el muestreo se realizó de manera aleatoria; haciendo uso del higrómetro en las cuatro fases operativas: cuando las especies se encontraban almacenadas en patio, después de ser cortadas, durante el proceso de secado en el horno y una vez almacenadas listas para su exportación, siendo este el dato de humedad final que se comparo con las tolerancias que establece la norma COVENIN; cumpliendo eficientemente.

Tabla N° 1

Especies a las cuales se les aplico el instrumento				
Lugar de aplicación del Instrumento	Nombre, Familia y Procedencia de las Especies Madereras			Procedencia de las Especies RAAN
	N. Común	N. Científico	Familia	
MAPRENIC	(A) Cedro Macho	Carapa Guianensis	Meliaceae	Yalawas/ Prinzapolka
	(B) Cedro Real	Cedrela Odorata	Meliaceae	El Retiro/ P.Cabezas
	(C) Cortez	Tabebuia Guayacan	Bignoniaceae	Tilbia/ Prinzapolka
	(D) Frijolillo	Cojoba Arbórea	Mimosaceae	Tilbia/ Prinzapolka
	(E) Guapinol	Hymenaea Courbaril	Caesalpinacea e	Tilbia/ Prinzapolka
	(F) Nispero	Manilkara Achras	Sapotaceae	Nueva Esperanza/ P. Cabezas

8.4. Técnicas de Investigación

Para llevar a cabo el instrumento, se realizaron visitas periódicas al aserrío, para conocer el proceso de obtención de un producto terminado exportable y realizar la toma de humedad en las diferentes especies madereras, durante las fases del proceso operacional; también fue tomada en cuenta la experiencia del encargado del aserrío para la orientación de realizar la toma de humedad a la especie correcta y de estudio.

De acuerdo a esta metodología se tomo una muestra aleatoria de humedad a cada especie estudiada; es decir los timbres fueron seleccionados aleatoriamente:

Primera Fase: Cuando permanece en forma de timbre o tuca y en patio, se realizó cada 40 cm en toda su longitud y con una altura de diferencia de 10 cm.

Segunda Fase: Cuando estaba siendo aserrada para aprovechar el centro del timbre.

Tercera Fase: Durante el proceso de secado en el interior del horno.

Cuarta Fase: Una vez terminado el proceso de secado dentro del horno. La siguiente toma se efectuó en su lugar de almacenaje, listo para su exportación y en el cual obtenemos el grado de humedad final.

8.5. Procesamiento de Datos

La información recolectada se presenta en histogramas para observar fácilmente la variación de la humedad en las especies, para ello se hizo uso del cálculo de promedios de las muestras obtenidas en cada fase designada. Mediante la herramienta de diagramas de dispersión se comprobó y mostro la relación causa-efecto de la temperatura y la pérdida de humedad en el interior del horno (proceso de secado), el grado de humedad final obtenido del proceso se comparo con la norma venezolana COVENIN y con la oferta que MAPRENIC establece a sus clientes extranjero; respecto al grado de humedad final y tiempo de secado; obteniendo la validación y comprobación del dato final obtenido.

Las variaciones en el grado de humedad encontradas en el proceso y con las gráficas de control, permitieron identificar que existe un problema en el desempeño del operario; para identificarlo se hizo uso de la herramienta PEPSU, que nos indica la secuencia operativa

obtener un producto terminado; posteriormente se uso de guía para aplicar el cuestionario de diagnóstico del proceso y conocer los criterios positivos o negativos del trabajador y empleador en todo el proceso; una vez reconocida la causa del problema en el desempeño, se utilizó los 14 puntos de Deming, con la intención de sugerir algunas mejoras que deberían hacerse en el proceso; además se corroboró que la empresa está cumpliendo con la oferta que hace al cliente extranjero y con la norma internacional venezolana COVENIN.

Nuestro medio ambiente, salud y la de nuestros seres queridos venideros, son los más afectados con la tala de árboles; debido a esta razón es necesario que el grado de humedad final se cumpla, acorde a los requerimientos y especificaciones del cliente. Esto se logró estimando la cantidad de volumen exportable de madera, el cual permitirá a las instituciones responsables de proteger los recursos forestales, respecto a la tala ilegal; también se hizo el cálculo de árboles extras a talar en caso de no cumplir con las tolerancias que establece COVENIN; por último se calculo la pérdida de carbono que se produce al talar estos árboles, con datos proporcionados por “El Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico Seco de Nicaragua”. Cabe recalcar que todas estas valoraciones y cálculos se hicieron tomando como dato de referencia la población de la presente investigación.

A lo que se refiere a las entrevistas, se aplicó a personas que tienen conocimientos del proceso operacional de un aserrío, tratamientos y términos sobre maderas:

- Lic. Oscar Sobalvarro. Dueño y Gerente de MAPRENIC.
- Sr. José Zamora. Responsable de activos y funcionamiento del proceso operacional en MAPRENIC.
- Trabajadores del Proceso Operativo del Aserrío

IX. Operacionalización de Variables

Determinar el grado óptimo de humedad en diferentes especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, en aserrío MAPRENIC – Managua 2012.

Objetivo	Variable	Subvariable	Indicador	Instrumento
<p>Formular muestreo de contenido de humedad en las especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, haciendo uso del higrómetro.</p>	<p>Grado de Humedad de las especies estudiadas, en las fases designadas.</p>	<p>-Primera Fase: Especies en forma de timbre.</p> <p>-Segunda Fase: Madera Aserrada.</p> <p>-Tercera Fase: Madera en el proceso de secado (Horno.)</p> <p>-Cuarta Fase: Producto Terminado (Machimbre).</p>	<p>Grados de Humedad en términos de %.</p> <p>- Variación de Grados humedad.</p>	<p>-Diagrama de Flujo.</p> <p>-Uso de Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>-Cálculo de muestra, respecto a la capacidad (tablas) del horno.</p> <p>-Higrómetro.</p> <p>-Histograma.</p>
		<p>-Establecer diferencias de la variación de grados de humedad, en las diferentes fases estudiadas.</p>	<p>-Promedios de grado de humedad en cada fase.</p> <p>-Calcular promedios de grado de humedad en cada especie.</p>	<p>-Promedios de Humedad.</p> <p>-Operaciones Básicas: Sumatorias. Promedios. Potencia.</p>

Objetivo	Variable	Subvariable	Indicador	Instrumento
Evaluar grado óptimo de contenido de humedad, en las especies madereras estudiadas.	Datos obtenidos de la toma de grado de humedad, acorde a las muestras calculadas para cada fase.	-Comprobar la relación causa - efecto de la temperatura y la humedad; en el interior del horno. -Comprobar que el sistema de secado en el horno es eficiente y válido. -Establecer promedio final de grado de humedad.	-Directa proporcionalidad de la pérdida de humedad en el secado. -Grado de Humedad Final dentro del horno. -Grado de humedad final en %.	-Diagrama de Dispersión. -Horno. -Comparar dato fina con la norma COVENIN 3019-93 y oferta de MAPRENIC.
	-Análisis de herramienta de ingeniería (calidad).	-El grado de humedad y el proceso se encuentran bajo o fuera de control.	-Gráficas.	-Gráficas de Control.
Identificar los factores internos y externos que inciden al grado óptimo de humedad.	-Percepción del personal que opera en el proceso y la efectividad de sus factores.	-Obtener producto terminado. -Valoración verbal y crítica personal durante el proceso operacional. -Criterios Empleador y trabajador.	-Tabla. -Nivel de Satisfacción del trabajador y empleador. -Mejoramiento de Situación Actual del Proceso.	-PEPSU. -Cuestionario de Diagnóstico del Proceso. -14 Puntos de Edwards Deming
Valorar el impacto ambiental que ocurre cuando se utiliza un grado óptimo de humedad, enfocado en la concientización del aprovechamiento racional de este recurso.	-Cálculo del Volumen exportable de Madera en pie. -Cálculo de árboles a talar. -Pérdida de Captura de Carbono y CO2	-Estimación del Aprovechamiento real de madera exportable en pie. -Porcentaje estimado por incumplimiento a la norma COVENIN. -Deforestación	-Conversión Volumétrica de madera rolliza en pie. -Cantidad de árboles a talar -Toneladas de Carbono y CO2.	-DAP -Tabla de unidades de medida. - Datos del Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico Seco de Nicaragua.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se detallan los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados:

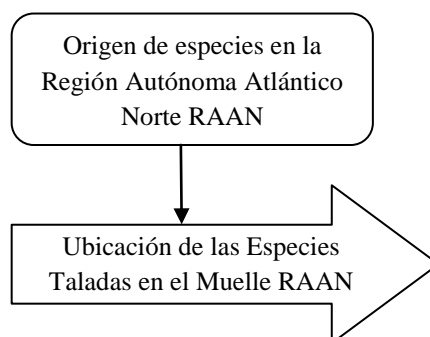
1. **Formular muestreo de contenido de humedad en las especies madereras, durante las fases del proceso productivo operacional, haciendo uso del higrómetro.**

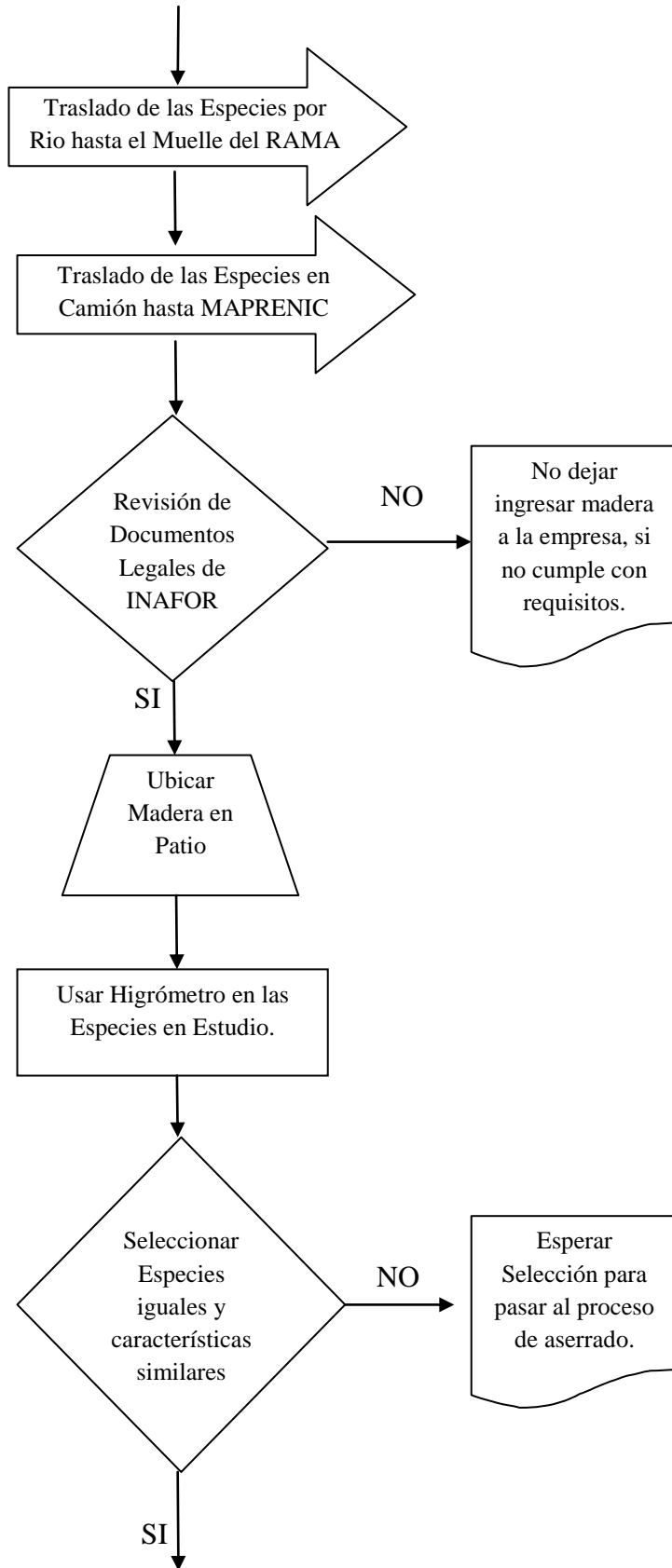
En este primer objetivo se realizaron tomas de grado de humedad en la madera con el instrumento llamado Higrómetro, en todas las fases del proceso operacional de secado; desde una vez que la madera ingresa al aserrío y es ubicada en su lugar de almacenaje, hasta que la madera está preparada para ser exportada.

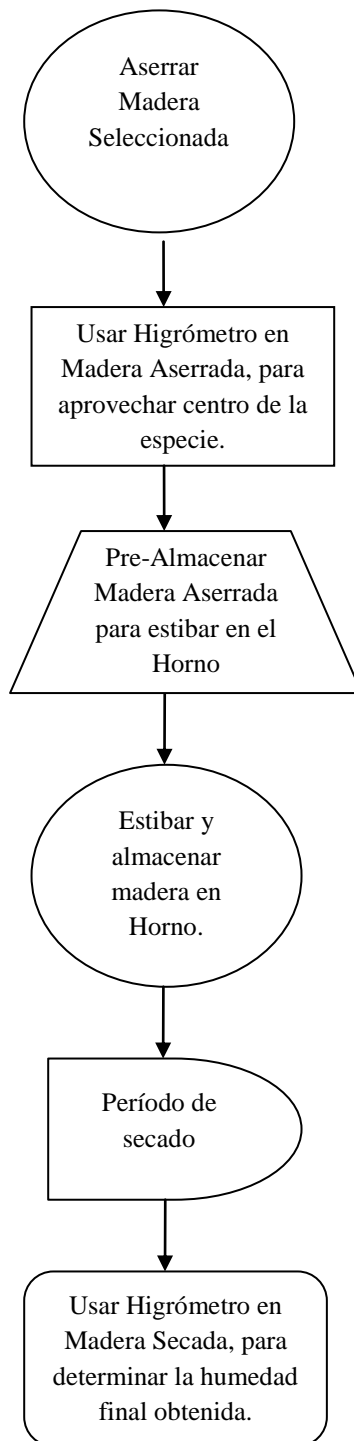
La toma de humedad se realizó durante todo el proceso de aserrado dentro de las instalaciones, el uso del higrómetro es un elemento importante en el desarrollo del presente estudio; ya que una vez señaladas y explicadas las áreas en las cuales fueron realizadas las tomas, es posible entender la naturaleza del contenido y la información plasmada en todo el proceso investigativo.

Para comprender y saber cuáles son las fases en las que se aplica el instrumento; se hará a través del siguiente Diagrama de Flujo (DF), se representa lo que constituye la obtención de la madera y su traslado hasta MAPRENIC, luego se muestran los pasos del proceso de un aserrío, los cuales ayudan a expresar la obtención de la materia prima y el funcionamiento real que conlleva un producto terminado; se elaboro a partir de los resultados obtenidos de las visitas, uso del higrómetro, la observación directa y toma de videos:

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO





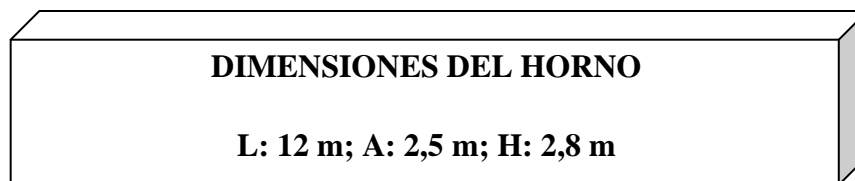


El uso de la herramienta Diagrama de Flujo, proporciona entender y visualizar los momentos en los que se realizó el uso del Higrómetro, para obtener un dato numérico del comportamiento de la humedad durante todo el proceso. La información obtenida de las tomas que reflejan el grado de humedad; se considero desde el momento de almacenaje en patio (MAPRENIC) de la madera hasta el producto terminado exportable (Machimbre), en el cual posee su humedad final. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Dimensiones del Horno Eléctrico y cálculo de su capacidad de almacenaje



Las dimensiones fueron medidas a lo interno del horno eléctrico, en lo largo (L), ancho (A) y alto (H), usando como unidad de medida el metro (m), cuyo objetivo es determinar la capacidad (volumen); es decir en metros cúbicos (m^3) y posteriormente calcular la equivalencia en pies cúbicos (ft^3):



Antes de realizar los cálculos de la capacidad del horno; estableceremos las unidades de medida, su simbología, su valor numérico de conversión, acorde a lo establecidos por el sistema internacional de medidas SI:

Tabla N° 2 Valores del Sistema Internacional de Medidas

Unidad		Equivale a	
Metro		100 cm	
Metro cúbico		35,29 ft ³	
Pie		30,48 cm	
Para convertir	A	Dividir por	Cantidad obtenida
<u>Longitud</u>			
Metro	Pies (ft)	0,3048	3,28 ft
Metro cúbico	Pie cúbico (ft ³)	0,02833	35,29 ft ³

Fórmula para calcular la Capacidad (C) en m³:

$$C (m^3) = L \times A \times H = 12m \times 2,5m \times 2,8m = 84 m^3$$

La operación matemática utilizada fue la multiplicación de los tres elementos; largo, ancho y alto del horno, el cual nos proporciona el volumen interno en metros cúbicos.

Ahora para el cálculo de la Capacidad en ft³, se hizo uso de las mismas dimensiones internas; pero primero debemos de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

$$1 \text{ metro (1m)} = 100 \text{ cm} \qquad 1 \text{ pie (ft)} = 30,48 \text{ cm}$$

Realizando la división del valor del metro por pie es igual: 3,28 ft; posterior se realiza la elevación a la tercera potencia de este valor, para obtener la cantidad de pies que tiene un pie cúbico; $(3,28)^3 = 35,29 \text{ ft}^3$; es decir que $1m^3 = 35,29 \text{ ft}^3$

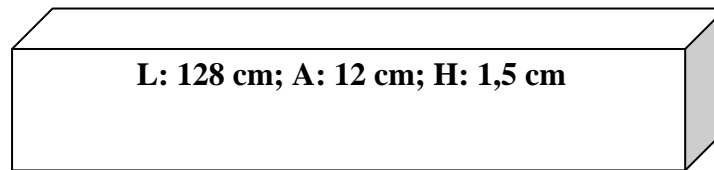
Ahora bien, con este valor se pudo calcular la equivalencia de la Capacidad de m³ a ft³:

Fórmula para calcular la Capacidad en ft³:

$$C (ft^3) = Cv (m^3) \times 35,29 = 84m^3 \times 35,29 = 2,964,36 \approx 2,964 \text{ ft}^3$$

Una vez determinada la capacidad del horno, se cálculo la cantidad de tablas que este puede almacenar; para ello se consideró que la empresa labora con las medidas especificadas por el cliente en el producto terminado (Machimbre).

Primeramente se abordarán las dimensiones de la tabla, con las holguras que se le dan al momento del aserrado, para almacenarlas dentro del horno; estas holguras se establecen para realizar los acabados y el diseño de Machimbre una vez secada y extraída del horno. Las dimensiones con holgura son las siguientes:



Las especificaciones de almacenaje dentro del horno; consisten en establecer las separaciones y orden que deben llevar las tablas para su correcta ubicación, siendo las siguientes:

- Del fondo y el frente o puerta de entrada, se encuentran separadas a 10 cm.
- Deben estar separadas a 1 cm en el desplace horizontal de izquierda hacia derecha como hacia el fondo del horno por cada tabla.
- Separadas de los extremos o paredes del horno a 5 cm.
- Verticalmente, de la parte inferior o piso del horno se empieza con separación de 5 cm, posterior se apilan una sobre otra tabla, separada por una regla de 1 centímetro hasta llegar a 10 cm de separación de la parte superior o techo del horno.

Acorde a estas especificaciones se cálculo la capacidad máxima; tomando como referencia las dimensiones del horno, de las tablas y las especificaciones de separación de almacenaje en el horno.

Primero obtendremos la cantidad de tablas a lo largo del horno:

$$= \text{largo} - \text{especificaciones} = \text{dimensión disponible} \times 100 \text{ cm} = \text{dimensión cm}$$

$$= 12 \text{ m} - 29,21 \text{ cm} = 11,7079 \text{ m} \times 100 \text{ cm} = 1,171 \text{ cm}$$

= *dimensión en cm ÷ largo de tabla = cantidad de tablas*

$$= 1,171 \text{ cm} \div 128 \text{ cm} = 9,15 \text{ tablas}$$

Segundo obtendremos la cantidad de tablas a lo ancho del horno:

= *ancho – especificaciones = dimensión disponible × 100 cm = dimensión cm*

$$2,5 \text{ m} - 30 \text{ cm} = 2,20 \text{ m} \times 100 \text{ cm} = 220 \text{ cm}$$

= *dimensión en cm ÷ ancho de tabla = cantidad de tablas*

$$220 \text{ cm} \div 12 \text{ cm} = 18,33 \text{ tablas}$$

Tercero obtendremos la cantidad de tablas a lo alto del horno; en este caso se realizo una regla de 3, la cual consiste en que cada 4 cm de altura se apila 2 tablas, entonces:

Si cada 4 cm se ubican 2 tablas, cuantas se ubicaran en 2,8 m; tomando en cuenta las especificaciones de almacenaje, quedan 2,65 m de altura:

4 cm	2 Tablas	$265 \text{ cm} \times 2 \text{ tablas} = 530 \div 4 = 132,5 \text{ tablas}$
------	----------	--

265 cm	¿?
--------	----

Ahora bien multiplicando las 3 cantidades calculadas, obtendremos la capacidad de tablas del horno:

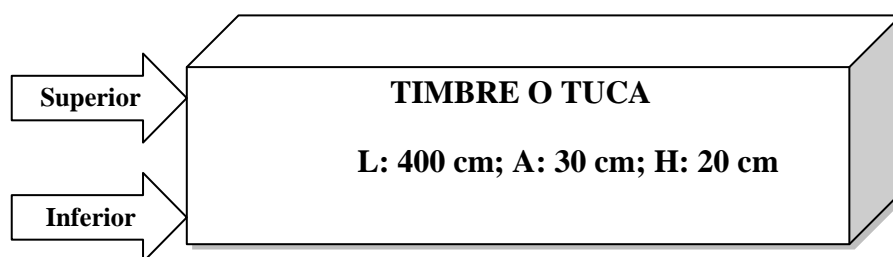
$$\text{Capacidad del Horno} = \text{cant largo} \times \text{cant ancho} \times \text{cant alto}$$

$$\boxed{\text{Capacidad del Horno: } 9,15 \times 18,33 \times 132,5 = 22.223 \text{ tablas}}$$

Uso del Higrómetro en maderas en patio (primera fase)

De acuerdo a la tabla 1, muestra que cada especie posee una letra que va desde la A hasta la F, con la cual se identificó, sirvió de guía para el uso del higrómetro en la madera correcta y recolección de datos adecuados.

Cuando la especie se encuentra en patio, la cual es la primera fase de uso del higrómetro. Se considero que la madera posee la forma de timbre o tuca, son maderas pesadas y de una fuerte resistencia; por lo tanto se uso el instrumento con un intervalo de 40 cm en toda su longitud y cada 10 cm de altura, por lo cual se realizo 20 tomas por timbre, a un total de 5 timbres por cada especie; es decir aplicado en la parte inferior y superior del timbre, este posee generalmente las siguientes medidas:



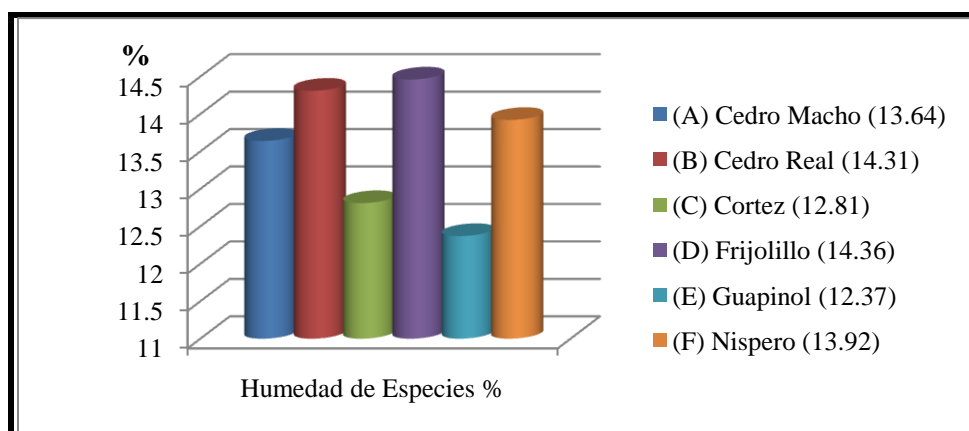
La siguiente tabla proporciona un consolidado de la toma de humedad realizada a 5 timbres por cada especie. Para observar detalles de los datos obtenidos de la toma, ver anexo n° 3.

Los datos se distribuyen de la siguiente manera: se realizaron 20 tomas por cada timbre, para un total de 100 tomas por cada especie; es decir corresponde a 600 tomas por las 6 especies; finalmente se obtuvo la humedad promedio por cada una de ellas. Ver anexo n° 3

Tabla N° 2 Datos promedios obtenidos de toma de humedad de las especies en forma de timbre

ESPECIES MADERERAS	A	B	C	D	E	F
HUMEDAD PROMEDIO %	13,64	14,31	12,81	14,46	12,37	13,92

GRÁFICO 1: Presentación gráfica de los datos promedios de la humedad encontrada:



Cabe señalar que el comportamiento de la humedad promedio obtenida, se realizó con el propósito de mostrar la humedad que poseen las especies estudiadas en forma de timbre. Ordenando los datos de la tabla anterior, se visualiza lo siguiente:

ESPECIES MADERERAS	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	A	F	B	D	C	E
HUMEDAD PROMEDIO %	13,64	13,92	14,31	14,46	12,81	12,37

Se puede observar que las especies del grupo 1, 2, 3; no alcanzan ni el 1 % de diferencia por grupo, pero la diferencia cambia al comparar el grupo 1 y 3, en las especies E y F las cuales sobrepasan el 1 %. Esta comparación indica que la humedad interna en las especies no cambiará considerablemente; ya sea a consecuencia de los factores externos naturales como la temperatura, la lluvia o el sol.

Debido a la cercanía de humedad entre las especies; se concluyo que estas son aptas para secarse juntas, se atreve a decir que las características naturales son parecidas porque están y son sometidas a un mismo ambiente; por lo tanto realizando un cálculo promedio de los promedios obtenidos, sería:

$$\text{suma de promedios} = A + B + C + D + E + F$$

$$\text{suma de promedios \%} = 13,64 + 14,31 + 12,81 + 14,46 + 12,37 + 13,92 = 81,51 \%$$

$$\text{media de las medias} = \text{suma promedios \%} \div 6 \text{ especies} = \% \text{ humedad}$$

$$\text{media de las medias} = 81,51 \div 6 = 13,59 \% \text{ humedad}$$

En esta primera área en la que se hizo uso del higrómetro, motivó a realizar una segunda área de investigación; debido a que se consideró la fuerte resistencia, dureza que tienen estas especies a la penetración de cualquier instrumento para calcular la humedad, el cual reflejó un dato que promueve dudas, pero útil para una futura comparación; por lo tanto se decidió realizar la toma cuando la madera estaba siendo aserrada para aprovechar el centro del timbre.

Considerando la capacidad del horno, la cual es de 22,223 tablas y obviamente es un dato grande para realizar la toma de humedad al momento que está siendo aserrada; por lo tanto se decidió hacer uso de la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra adecuada.

Para estimar el tamaño de muestra, se debe de aplicar la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \times p \times q}{(N - 1)D + p \times q}$$

$$D = \frac{B^2}{4}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N= Población.

D = Error Muestral.

p y q = Máxima muestra. (Representan la unidad)

p = 0,50 y q = 0,50

B = Precisión o error admitido (0.05)

$$n = \frac{22,223 \times 0,5 \times 0,5}{(22,223 - 1)0,000625 + 0,5 \times 0,5}$$

$$n = \frac{5,555,75}{13,8887 + 0,25} = 392,94 \approx 393 \text{ tablas}$$

$$D = \frac{(0,05)^2}{4} = 0,000625$$

Con esta fórmula se determinó el cálculo de la muestra adecuada, para realizar la toma con el instrumento; obteniendo como resultado un total de 393 muestras, respecto a la capacidad del horno y las dimensiones de la tabla con holgura.

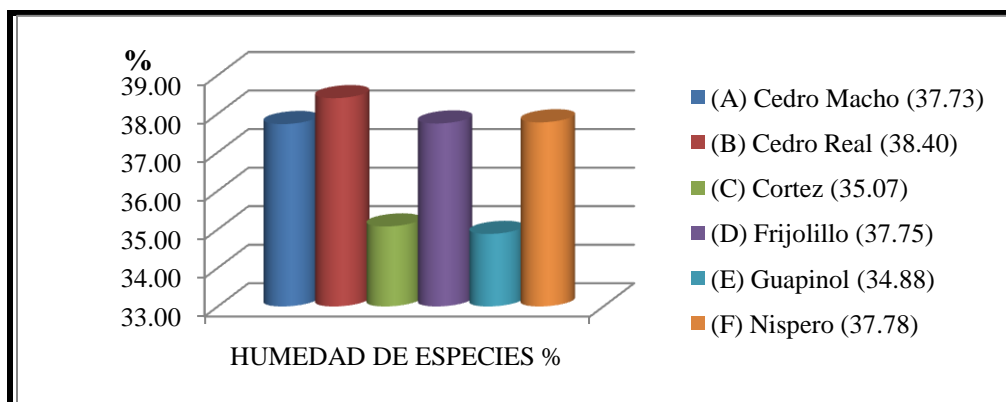
La siguiente tabla muestra los promedios obtenidos de humedad en las especies, realizada cuando terminaron de ser aserradas. Para observar los datos obtenidos de las tomas, ver anexo n° 4:

Tabla N° 3 Datos de Humedad Promedio de las Especies Aserradas (segunda fase)

ESPECIES MADERERAS	A	B	C	D	E	F
HUMEDAD PROMEDIO TABLA ASERRADA %	37,73	38,40	35,07	37,75	34,88	37,78

Gráficamente se puede observar la variación de la humedad, cuando la madera ha sido aserrada, al mismo tiempo se aprovechó el centro del timbre para obtener un dato más confiable, pudiendo establecer la comparación con la humedad promedio obtenida en forma de timbre.

GRÁFICO 2 Humedad de Especies Aserradas



Nuevamente se establece una comparación de las especies, respecto al promedio de humedad entre ellas. Para una apreciación más clara del comportamiento entre las especies al ser cortadas y considerando el centro del timbre; se especifica en la siguiente tabla:

ESPECIES MADERERAS	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3			Grupo 4
	E	C	A	D	F	B
HUMEDAD PROMEDIO TABLA ASERRADA %	34,88	35,07	37,73	37,75	37,78	38,40

Las especies del grupo 3, presentaron una cercana similitud de humedad, siendo la más húmeda la F y que sirve de punto de comparación; por lo tanto se aprecia que no está muy alejado del grupo 4, sino más que un 0,62 %; pero si del grupo 1 y 2, el cual es de un 2,90 % y 2,71 % respectivamente. Este análisis nos demuestra que el incremento o pérdida de la humedad, es directamente proporcional al hábitat como al sistema de secado que se encuentren sometidas; también se logro obtener un dato más confiable debido a que se observa claramente el cambio de humedad, cuando las especies están en timbre y siendo aserradas; lo cual nos permitió corroborar la directa proporcionalidad.

Hasta aquí solo se analizado, comparado y visto los datos de la humedad entre ellas, poseyendo la forma de timbre y en tabla aserrada; lo cual nos permitió establecer las diferencias porcentuales en esos dos momentos. En la siguiente tabla se observará más claramente, el incremento porcentual obtenido de la humedad promedio de las especies cuando poseen la forma de timbre, hasta el momento que están siendo aserradas para aprovechar el centro del timbre.

TABLA N° 4 Comparación de Humedades en Estado de Timbre y Aserrada.

ESPECIES MADERERAS	A	B	C	D	E	F
Humedad Promedio Timbre %	13,64	14,31	12,81	14,46	12,37	13,92
Humedad Promedio Tabla Aserrada %	37,73	38,40	35,07	37,75	34,88	37,78
Incremento Porcentual	1,76	1,68	1,74	1,61	1,82	1,71

La directa proporcionalidad del incremento o pérdida de la humedad; proporcio pensar que el sistema de secado del horno es confiable y verdadero, para obtener un grado homogéneo de humedad y posiblemente óptimo, siendo este último término el objetivo primordial de la investigación.

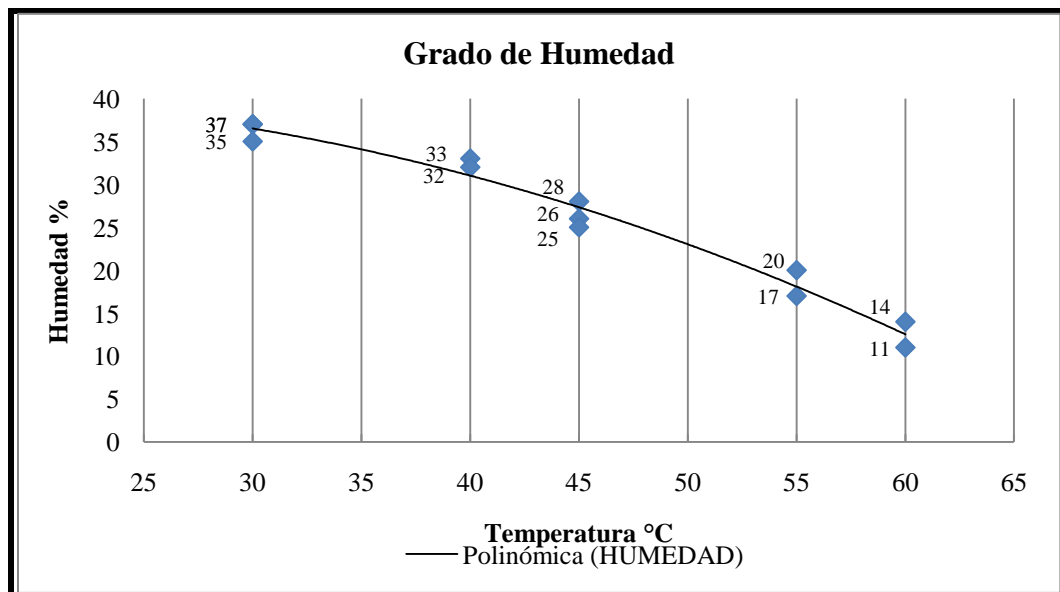
2. Evaluar grado óptimo de contenido de humedad, en las especies madereras estudiadas.

Para lograr este objetivo propuesto se realizó la toma de humedad a las especies, cuando estaban dentro del horno (proceso de secado), se consideró como tercera fase de uso del higrómetro. Con los datos obtenidos se utilizó diagrama de dispersión para determinar la correlación entre las variables (humedad - temperatura); además de comprobar que el secado a lo interno del horno es efectivo y ayuda al control de la humedad relativa y velocidad del aire. Ver datos en anexo n° 5:

Diagrama de Dispersión

Se utilizó este diagrama para mostrar de la forma más sencilla, si existe una relación de causa y efecto; entre la temperatura y el secado de la madera, en el interior del horno. Cabe señalar y recordar, los beneficios tecnológicos que nos proporciona el horno como son: el mantener en equilibrio la humedad relativa, control de la velocidad del aire (caliente). En este caso la variable independiente es la temperatura, que lo encontramos ubicado en el eje de las x y la variable dependiente la humedad, en el eje de las y.

Gráfico 3 Diagrama de Dispersión



Se puede observar que a medida que la temperatura aumenta (x), la humedad decrece (y); por lo tanto se dice que existe una correlación negativa. Con los datos la humedad en función de la temperatura, se demostrará lo que gráficamente estamos observando, con el uso de las siguientes fórmulas: se determinará la recta de regresión lineal y el coeficiente de correlación para determinar que tan fuerte es la correlación de las variables x e y.

Calculando recta de regresión y el coeficiente de correlación lineal:

La recta de regresión es la línea que mejor representa a un conjunto de puntos. La función que aproxima la recta es: $y = a + mx$

Donde:

y = variable dependiente (causa)

b = pendiente de la recta de regresión.

a = ordenada en el origen

x = variable independiente (efecto)

La pendiente se halla mediante la expresión:

Donde:

x: valores de la variable independiente.

y: valores de la variable dependiente.

$\sum x$: Sumatoria de los valores de x.

$\sum y$: Sumatoria de los valores de y.

n: número de observaciones o muestras.

$$m = \frac{\sum xy - \left[\frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right]}{\sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right]}$$

La ordenada en el origen se calcula como:

$$a = \sum \frac{y}{n} - m \left(\sum \frac{x}{n} \right)$$

Calculamos la recta de regresión a partir de los datos obtenidos, ver detalles de datos en el anexo n° 5:

N° Muestra (n)	$\sum x$ Temperatura	$\sum y$ Humedad	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum xy$
12	535	315	25225	9167	12960

$$m = \frac{\sum xy - \left[\frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right]}{\sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right]} = \frac{12,960 - \left[\frac{(535)(315)}{12} \right]}{25,225 - \left[\frac{(535)^2}{12} \right]} = \frac{-1,083.75}{1372.91} = -0.79$$

$$a = \sum \frac{y}{n} - m \left(\sum \frac{x}{n} \right) = \frac{315}{12} - (-0.79) \left(\frac{535}{12} \right) = 26.25 - (-0.80)(35.22) = 54.07$$

$$y = a + mx = 54.07 + (-0.79)x$$

El Coeficiente de correlación r, viene determinado por la expresión:

$$\begin{aligned} r &= \frac{\sum xy - \left[\frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right]}{\left(\sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right] \right) \left(\sum y^2 - \left[\frac{(\sum y)^2}{n} \right] \right)} \\ &= \frac{12,960 - \left[\frac{(535)(315)}{12} \right]}{\sqrt{\left(25,225 - \left[\frac{(535)^2}{12} \right] \right) \left(9,167 - \left[\frac{(315)^2}{12} \right] \right)}} = \frac{-1,083.75}{\sqrt{1,233,216.408}} \\ &= \frac{-1,099.16}{1,110.50} = -0.99 \end{aligned}$$

El coeficiente de correlación toma valores comprendidos entre -1 y 1. Cuánto más próximo sea r a cero menor será la relación entre los datos y cuanto más próximo a 1 (en valor absoluto) mayor será dicha relación. Su signo indica si se da una relación positiva o negativa entre las variables x e y.

Correlación Negativa: a un crecimiento de x se observa una tendencia a disminuir de y.

El valor obtenido es muy próximo a -1, lo que nos confirma que la correlación es fuertemente negativa; es decir la agrupación de los datos de las variables es muy cercana y existe una excelente relación.

Comprobando sistema de secado (horno)

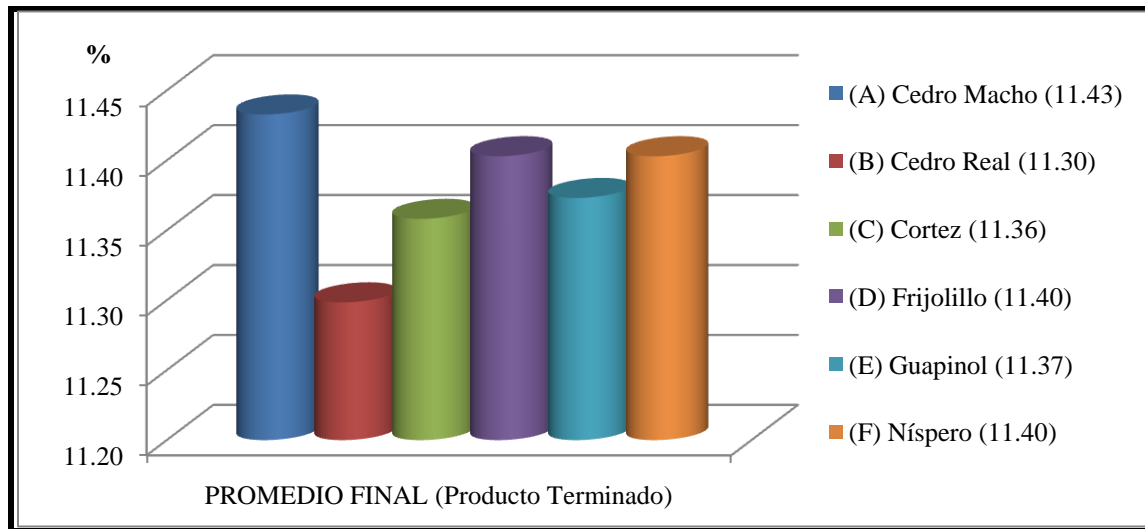
Para comprobar que el sistema de secado es verídico y en busca de optimizarlo, se realizaron toma de humedad en la considerada cuarta fase de uso del higrómetro, la cual se efectuó en la última fase del proceso operativo (ver diagrama de flujo). La cual consiste en retirar la madera secada del interior del horno, que posteriormente es almacenada, estibada y amarrada en lotes de 12 unidades; se debe recordar que las tablas que se almacenaron dentro del horno poseían las dimensiones de: 128 x 12 x 1,5 (cm) a lo largo, ancho y alto respectivamente, debido que se debía dejar una holgura que permitiría dar los acabados necesarios y aplicar el diseño de Machimbre en la tabla. Este recordatorio se enfatiza, ya que las dimensiones finales del producto terminado son: 126 x 11 x 1 (cm).

De acuerdo a la muestra calculada que corresponde a 393 tablas; la toma se realizó a 70 tablas de producto terminado (machimbre) por cada especie, la cual ya posee todos los requerimientos y especificaciones del cliente. Ahora bien el propósito de esta toma era comprobar la homogeneidad de la humedad y siempre en busca de optimizarla. La siguiente tabla muestra los datos obtenidos en el producto terminado. Para observar detalle de los datos obtenidos, ver anexo n° 6:

Tabla N° 6 Grado de Humedad Final en Producto Terminado

ESPECIES	Grupo Único					
	A	B	C	D	E	F
HUMEDAD PROMEDIO FINAL (Producto Terminado %)	11,43	11,30	11,36	11,40	11,37	11,40

Observando gráficamente la variación de la humedad:



Se denomina como grupo único, debido a que las 6 especies están en el rango (11 – 11,50 %), el cual no es un alejamiento considerable entre ellas; ya que han sido sometidas al mismo proceso operativo y de sistema de secado (horno).

Debemos de recordar que se ubicaron 6 tipos de especies en el horno, tomando en cuenta similitudes de características y propiedades naturales, lo cual podría facilitar y brindar un dato estándar; pero con los datos obtenidos y expuestos en la tabla anterior, obtenemos la conclusión de que estas consideraciones no demuestran que será un grado final homogéneo en todas las especies.

Aunque los datos finales obtenidos, no reflejan un considerable alejamiento entre ellas; se destaca y se atreve a decir que obedecen a su naturaleza, es por ello que tienen esa pequeña diferencia. Por lo tanto el grado de humedad no puede ser exacto, tiene que estar determinado en un rango; debido a que todo ser animado o inanimado, está sometido y expuesto a cambios en su interior y exterior, ya sea a causa de la naturaleza o al hábitat que se encuentre.

Las consideraciones expuestas anteriormente sobre el dato final obtenido, son comparables con la norma venezolana COVENIN 3019-93, la cual establece respecto al grado de humedad en madera lo siguiente: “La humedad de las piezas de madera, deberán estar

comprendidas entre el 10 y el 12 %, admitiéndose hasta un 5 % de de la piezas de un lote tenga una humedad como máximo del 13 %”.

Esta norma nos permite validar el dato obtenido en la presente investigación, ya que la República Venezolana admitiría nuestra madera en su país, debido a que cumplimos con sus parámetros de humedad.

El rango porcentual de humedad que establece la norma COVENIN, oriento analizar el proceso dentro de MAPRENIC con la herramienta de gráficas de control, con el propósito de estimar si el proceso se encuentra bajo o fuera de control, la capacidad del proceso e identificar posibles pasos de mejora y visualizar la importancia que tiene el buen funcionamiento de la organización en el cumplimiento de sus metas y objetivos, los cuales son básicamente orientados al cliente y calidad del producto terminado.

Gráficas de Control

Hasta el momento se ha establecido que la calidad del producto terminado en MAPRENIC, depende básicamente en obtener un bien, de acuerdo a las especificaciones del cliente; pero sobre todo respecto a la humedad que determinan el aspecto y consumo del mismo; con la finalidad de satisfacer una necesidad, ajustándose a las expectativas previas.

El propósito de uso de esta herramienta, es poder establecer y mostrar gráficamente el grado de humedad, en la cual se apreciara si se encuentra bajo o fuera de control el proceso, las consecuencias que origina en la satisfacción del cliente y el deterioro al medio ambiente.

Se hará uso de la siguientes expresiones para establecer los límites inferior y superior, en los cuales se encuentra bajo o fuera de control el proceso operativo y por consiguiente la humedad. Se calcularán estos límites con el valor de 3, 2 y 1 sigmas que representan un 99.74, 95, 90 % de nivel de confianza respectivamente. Estas fórmulas serán aplicadas a cada especie:

- ✓ Promedio de las muestras

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

- ✓ Media de las medias

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{X}_j}{m}$$

- ✓ Límite de control superior:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}})$$

- ✓ Límite de control inferior:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}})$$

- ✓ Desviación estándar de la población:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2}{m - 1}}$$

Donde:

\bar{X} : Promedio de la muestra.

$\bar{\bar{X}}$: Media de las Medias.

$S_{\bar{x}}$: Desviación estándar de la distribución de las muestras.

k: Representa los límites de confianza; se conoce como sigma.

j: Muestra; n: número de tomas por muestra.

- ⇒ **Cálculos para realizar la gráfica de control, para la especie Cedro Macho (A).**
Ver detalles de datos de la desviación estándar en el anexo n° 7 y 8:

Desviación Estándar:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})^2}{m-1}} = \sqrt{\frac{5.1571}{14-1}} = \sqrt{0.3967} = 0.6298$$

Cálculo de los límites de confianza, según las sigmas:

Límite de control superior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.41 + 3(0.6298)) = 11.41 + 1.8894 = 13.30$$

- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.41 + 2(0.6298)) = 11.41 + 1.2596 = 12.67$$

- ✓ Aplicando 1sigma:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.41 + 1(0.6298)) = 11.41 + 0.6298 = 12.03$$

Límite de control inferior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

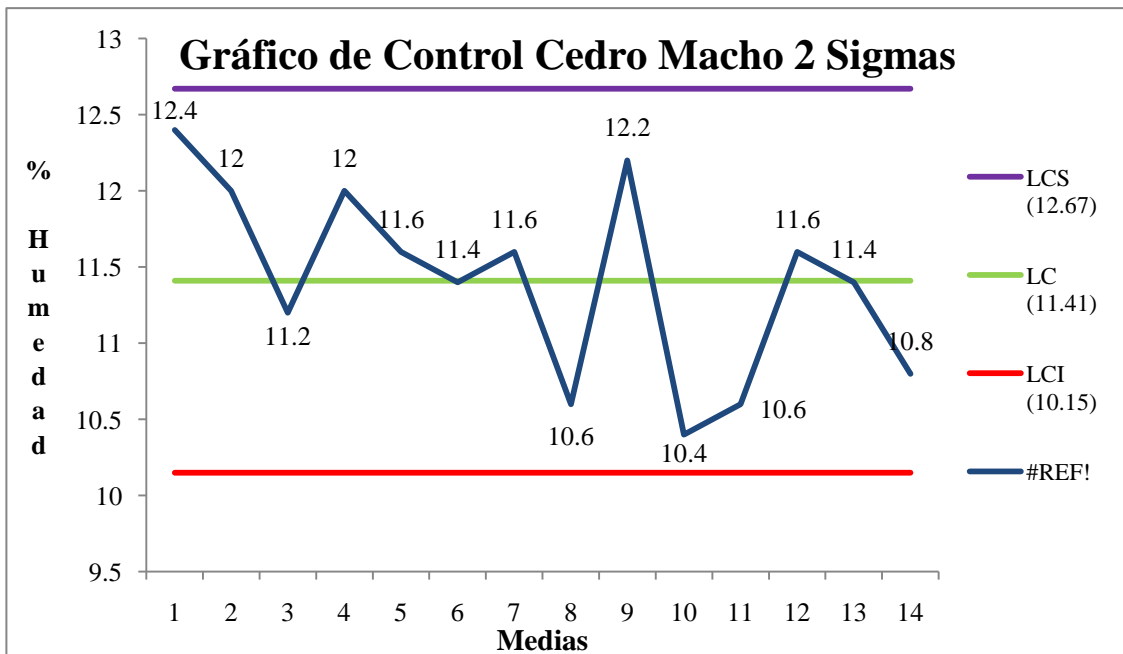
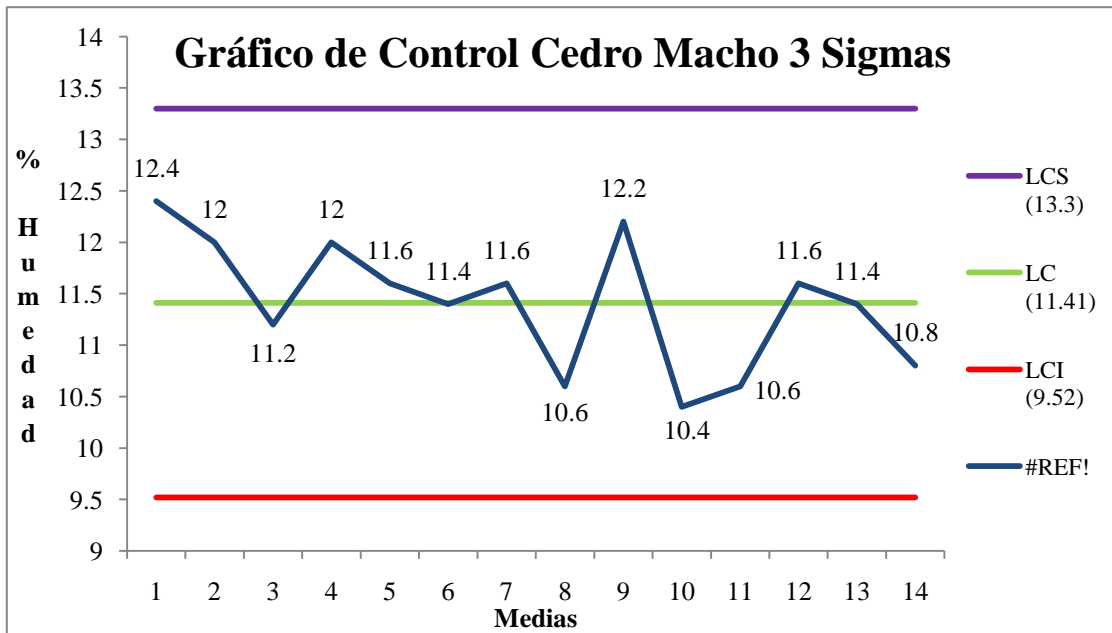
$$LSI = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.41 - 3(0.6298)) = 11.41 - 1.8894 = 9.52$$

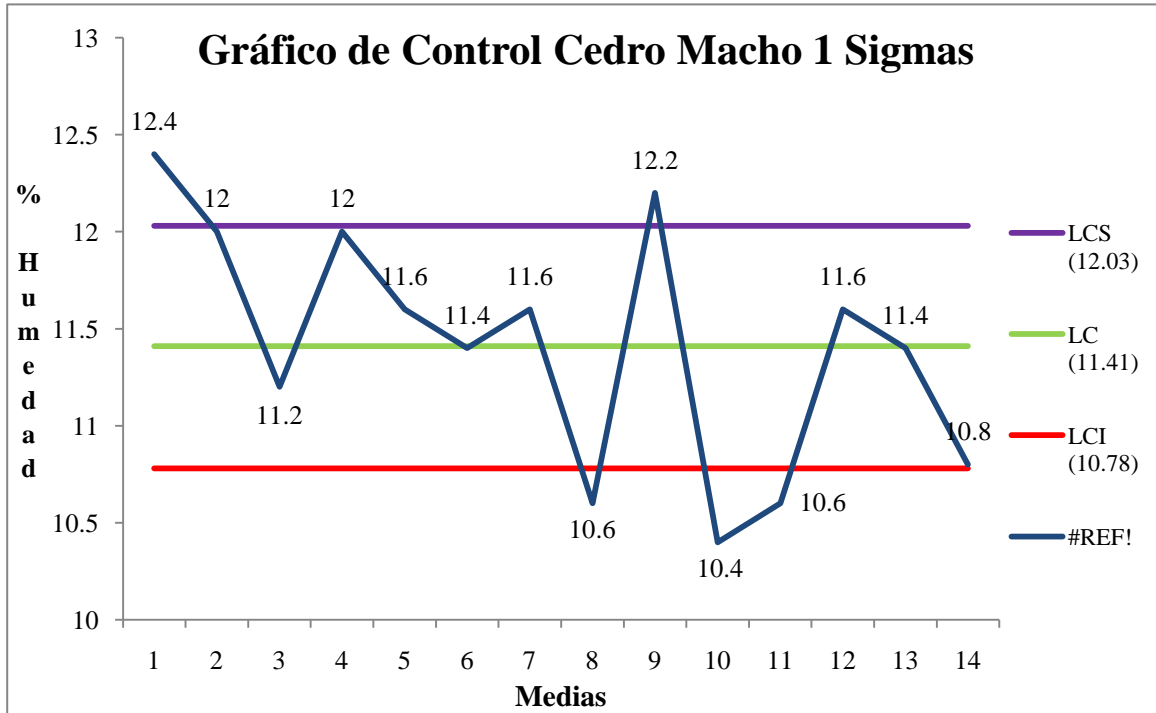
- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSI = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.41 - 2(0.6298)) = 11.41 - 1.2596 = 10.15$$

- ✓ Aplicando 1 sigma:

$$LSI = (\bar{X} - kS_{\bar{x}}) = (11.41 - 1(0.6298)) = 11.41 - 0.6298 = 10.78$$





Se puede observar que la media global o central para la especie Cedro Macho es 11.41. En el primer gráfico aplicando 3 sigmas tiene como límite superior 13.3 e inferior 9.52; con 2 sigmas 12.67 y 10.15, por último con 1 sigma 12.03 e inferior de 10.78. Lo cual nos refleja que con 1 sigma el proceso está fuera de control considerablemente, presentando 2 puntos fuera del límite superior, que es causa de desempeño deficiente y los 3 puntos fuera del límite inferior, nos indica investigar causa de mejoría.

⇒ Cálculos para realizar la gráfica de control, para la especie Cedro Real (B).

Ver detalles de datos de la desviación estándar en el anexo n° 7 y 9:

Desviación Estándar:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})^2}{m-1}} = \sqrt{\frac{3.98}{14-1}} = \sqrt{0.30615} = 0.5533$$

Cálculo de los límites de confianza, según las sigmas:

Límite de control superior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.30 + 3(0.5533)) = 11.30 + 1.6599 = 12.96$$

- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.30 + 2(0.5533)) = 11.30 + 1.1066 = 12.41$$

- ✓ Aplicando 1 sigma:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.30 + 1(0.5533)) = 11.30 + 0.5533 = 11.85$$

Límite de control inferior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

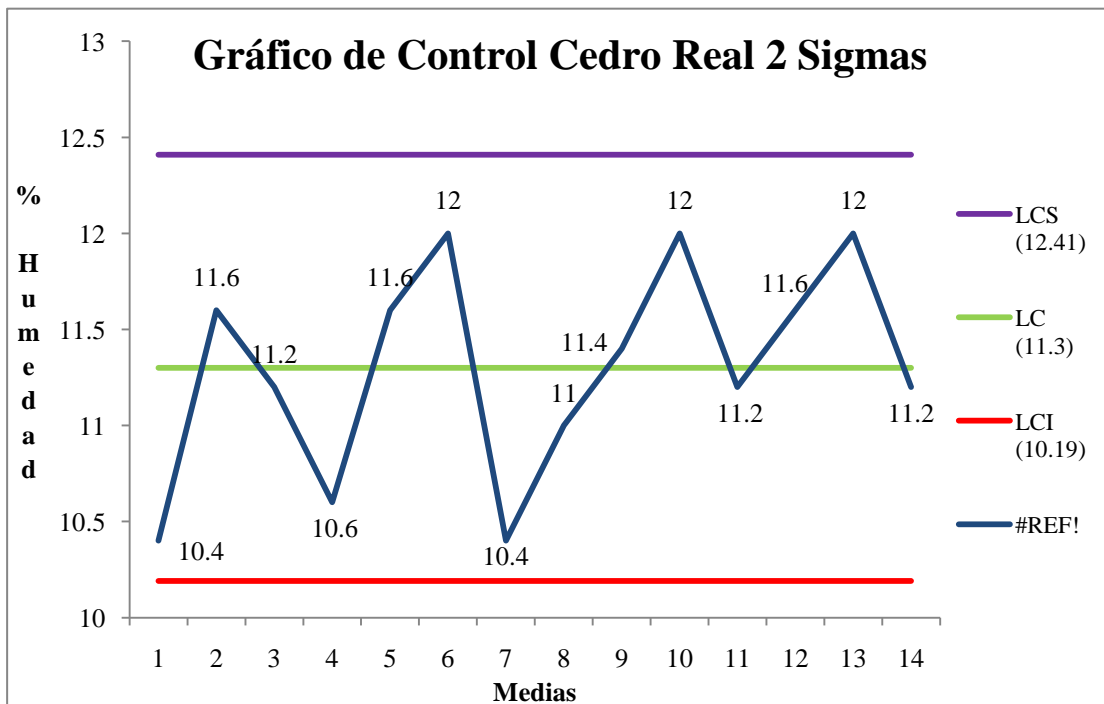
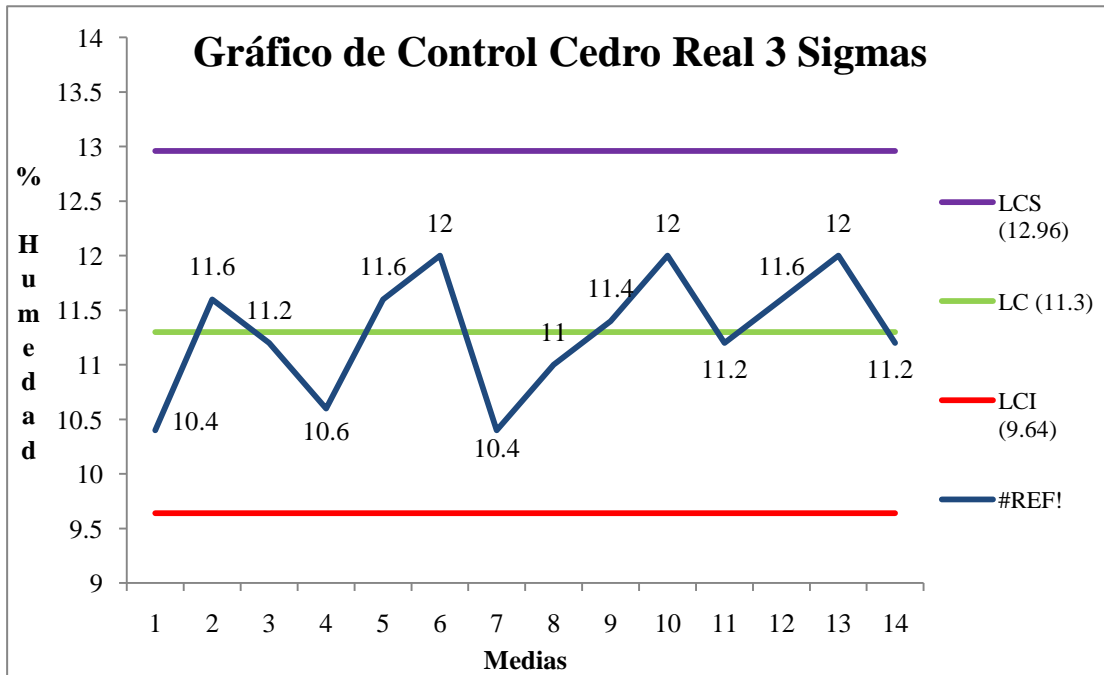
$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.30 - 3(0.5533)) = 11.30 - 1.6599 = 9.64$$

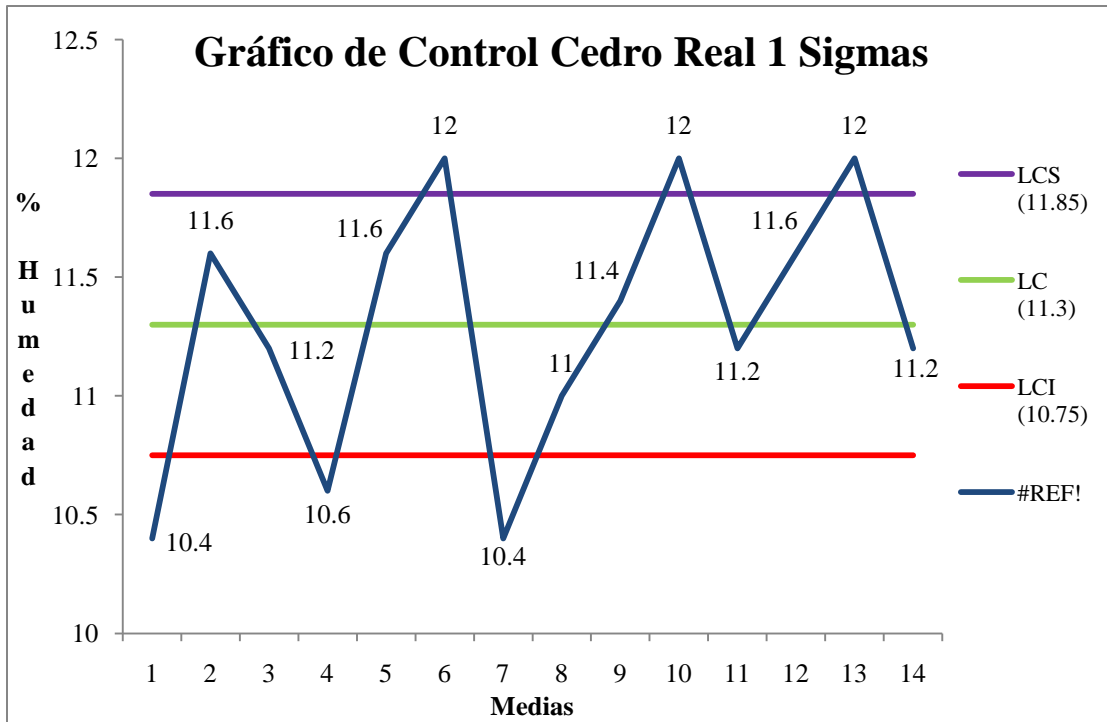
- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.30 - 2(0.5533)) = 11.30 - 1.1066 = 10.19$$

- ✓ Aplicando 1 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.30 - 1(0.5533)) = 11.30 - 0.5533 = 10.75$$





Se puede observar que la media global o central para la especie Cedro Real es 11.30. En el primer gráfico aplicando 3 sigmas tiene como límite superior 12.96 e inferior 9.64; con 2 sigmas 12.41 y 10.19, por último con 1 sigma 11.85 e inferior de 10.75. Lo cual nos refleja que con 1 sigma el proceso está fuera de control considerablemente, presentando 3 puntos fuera del límite superior, que es causa de desempeño deficiente y los 3 puntos fuera del límite inferior, nos indica investigar causa de mejoría.

⇒ Cálculos para realizar la gráfica de control, para la especie Cortez (C). Ver detalles de datos de la desviación estándar en el anexo n° 7 y 10:

Desviación Estándar:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})^2}{m-1}} = \sqrt{\frac{3.454}{14-1}} = \sqrt{0.2657} = 0.5155$$

Cálculo de los límites de confianza, según las sigmas:

Límite de control superior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.36 + 3(0.5155)) = 11.36 + 1.5465 = 12.91$$

- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.36 + 2(0.5155)) = 11.36 + 1.031 = 12.39$$

- ✓ Aplicando 1 sigma:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.36 + 1(0.5155)) = 11.36 + 0.5155 = 11.88$$

Límite de control inferior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

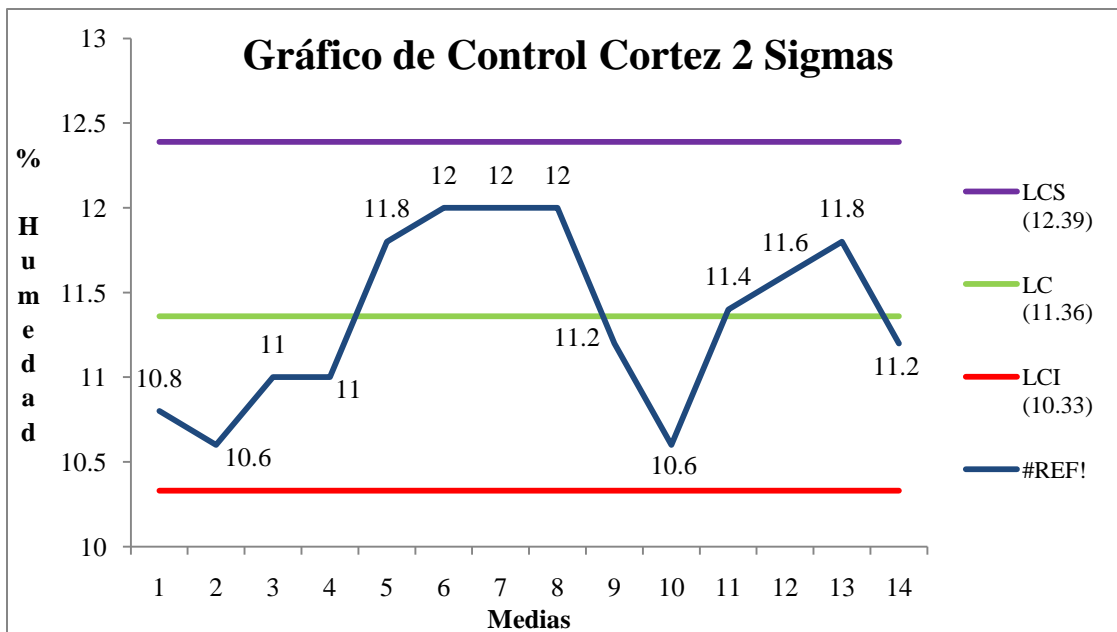
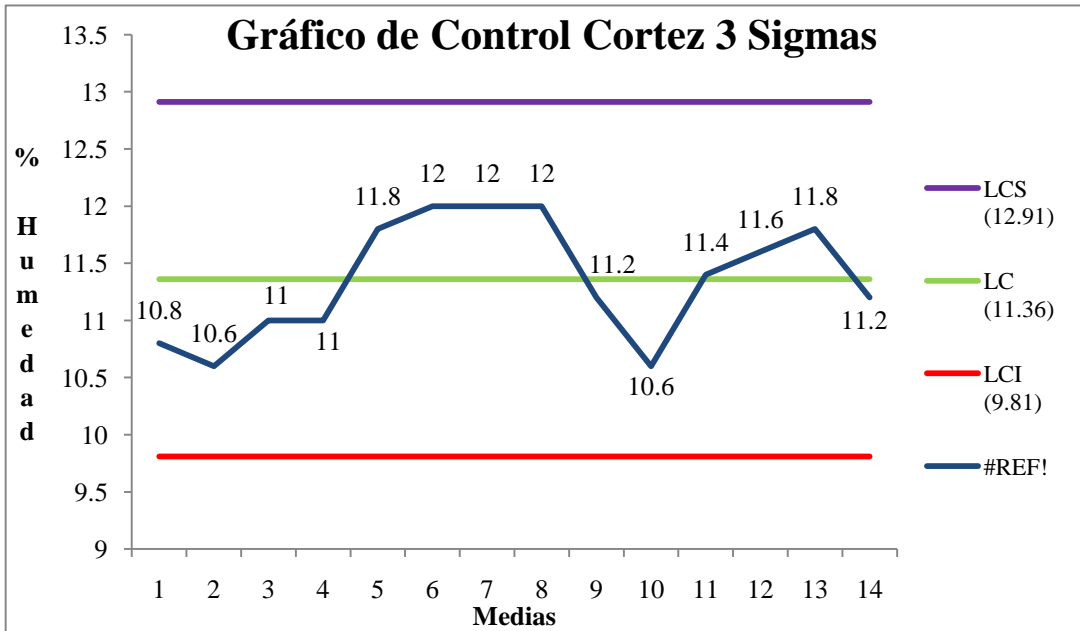
$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.36 - 3(0.5155)) = 11.36 - 1.5465 = 9.81$$

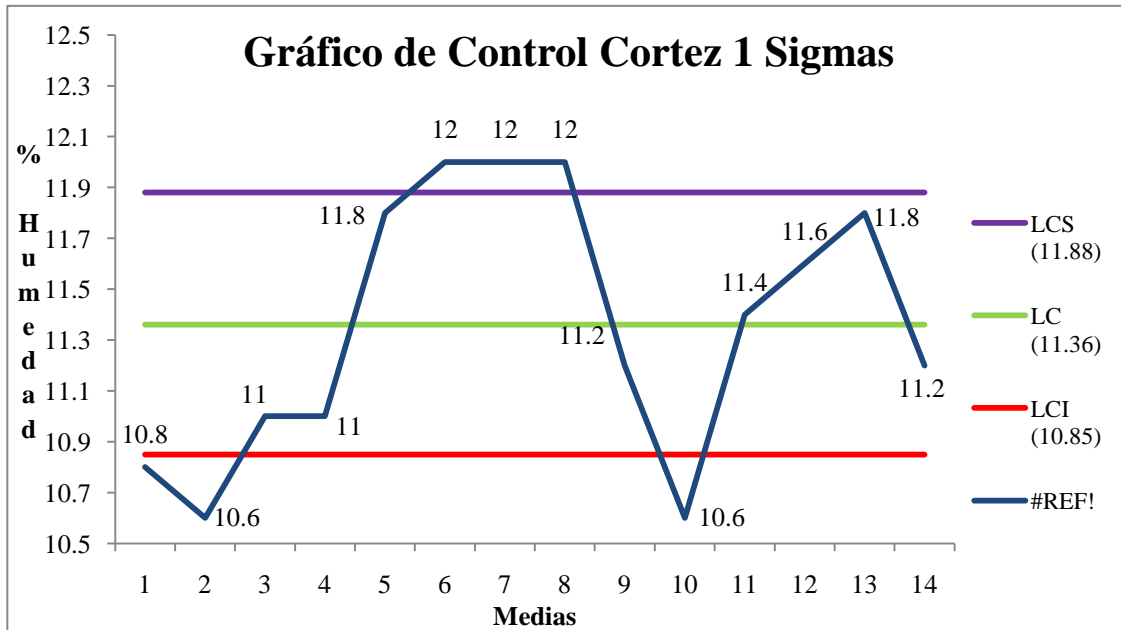
- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.36 - 2(0.5155)) = 11.36 - 1.031 = 10.33$$

- ✓ Aplicando 1 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.36 - 1(0.5155)) = 11.36 - 0.5155 = 10.85$$





Se puede observar que la media global o central para la especie Cortez es 11.36. En el primer gráfico aplicando 3 sigmas tiene como límite superior 12.91 e inferior 9.81; con 2 sigmas 12.39 y 10.33, por último con 1 sigma 11.88 e inferior de 10.85. Lo cual nos refleja que con 1 sigma el proceso está fuera de control considerablemente, presentando 3 puntos fuera del límite superior, que es causa de desempeño deficiente sostenido y los 3 puntos fuera del límite inferior, nos indica investigar causa de mejoría sostenida.

⇒ Cálculos para realizar la gráfica de control, para la especie Frijolillo (D). Ver detalles de datos de la desviación estándar en el anexo n° 7 y 11:

Desviación Estándar:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})^2}{m-1}} = \sqrt{\frac{2.3571}{14-1}} = \sqrt{0.1813} = 0.4258$$

Cálculo de los límites de confianza, según las sigmas:

Límite de control superior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.41 + 3(0.4258)) = 11.41 + 1.2774 = 12.69$$

- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.41 + 2(0.4258)) = 11.41 + 0.8516 = 12.26$$

- ✓ Aplicando 1sigma:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.41 + 1(0.4258)) = 11.41 + 0.4258 = 11.84$$

Límite de control inferior:

- ✓ Aplicando 3 sigmas:

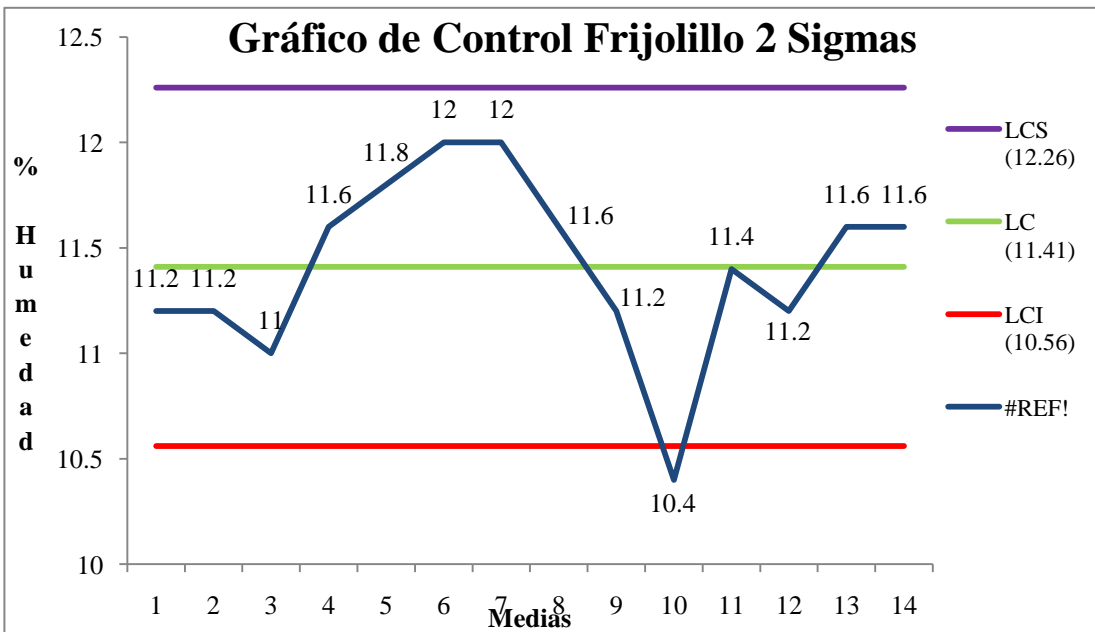
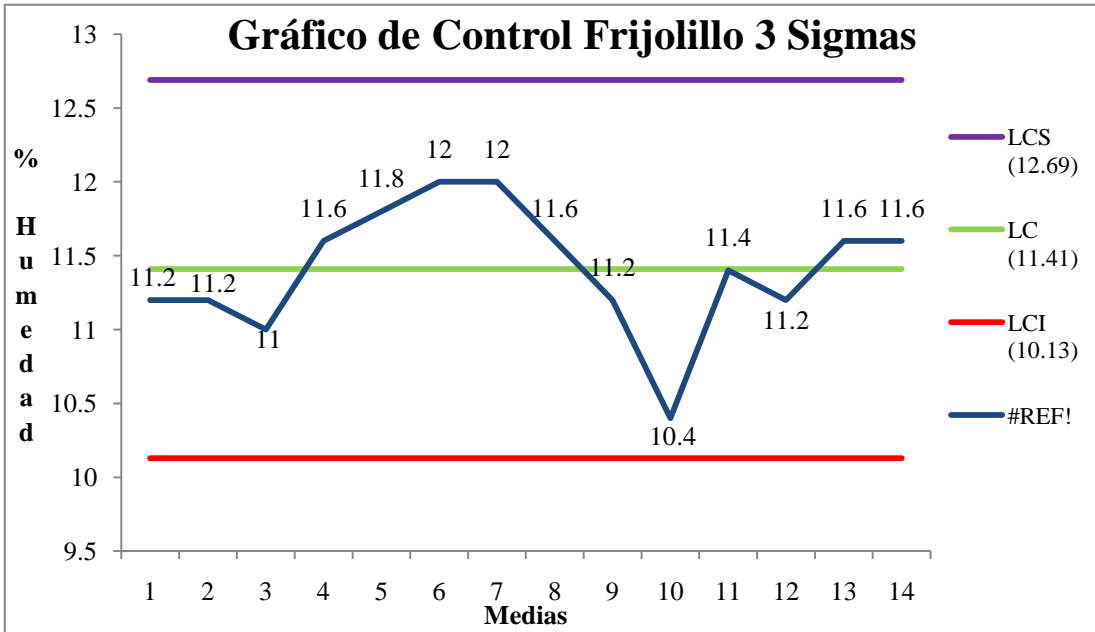
$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.41 - 3(0.4258)) = 11.41 - 1.2774 = 10.13$$

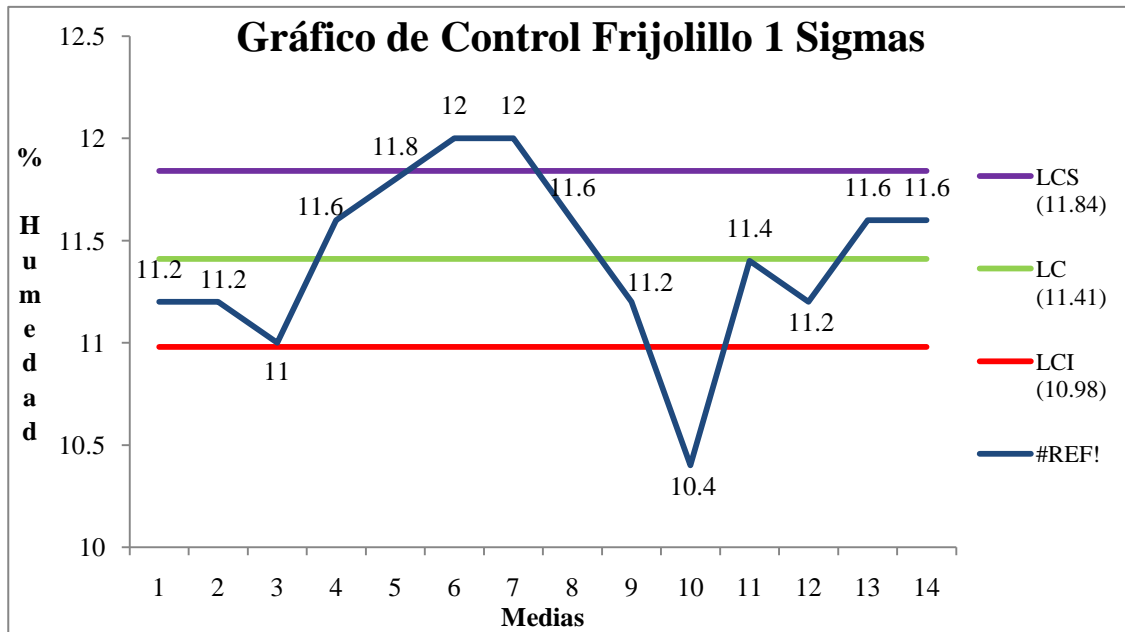
- ✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.41 - 2(0.4258)) = 11.41 - 0.8516 = 10.56$$

- ✓ Aplicando 1 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.41 - 1(0.4258)) = 11.41 - 0.4258 = 10.98$$





Se puede observar que la media global o central para la especie Cedro Real es 11.41. En el primer gráfico aplicando 3 sigmas tiene como límite superior 12.69 e inferior 10.13; con 2 sigmas 12.26 y 10.56, por último con 1 sigma 11.84 e inferior de 10.98. Lo cual nos refleja que con 1 sigma el proceso está fuera de control considerablemente, presentando 2 puntos fuera del límite superior, que es causa de desempeño deficiente y los 1 puntos fuera del límite inferior, nos indica investigar causa de mejoría.

⇒ Cálculos para realizar la gráfica de control, para la especie Guapinol (E). Ver detalles de datos de la desviación estándar en el anexo n° 7 y 12 :

Desviación Estándar:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})^2}{m - 1}} = \sqrt{\frac{3.9543}{14 - 1}} = \sqrt{0.3042} = 0.5515$$

Cálculo de los límites de confianza, según las sigmas:

Límite de control superior:

✓ Aplicando 3 sigmas:

$$LSC = (\bar{X} + kS_{\bar{x}}) = (11.34 + 3(0.5515)) = 11.34 + 1.6545 = 12.99$$

✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{X} + kS_{\bar{x}}) = (11.34 + 2(0.5515)) = 11.34 + 1.103 = 12.44$$

✓ Aplicando 1sigma:

$$LSC = (\bar{X} + kS_{\bar{x}}) = (11.34 + 1(0.5515)) = 11.34 + 0.5515 = 11.89$$

Límite de control inferior:

✓ Aplicando 3 sigmas:

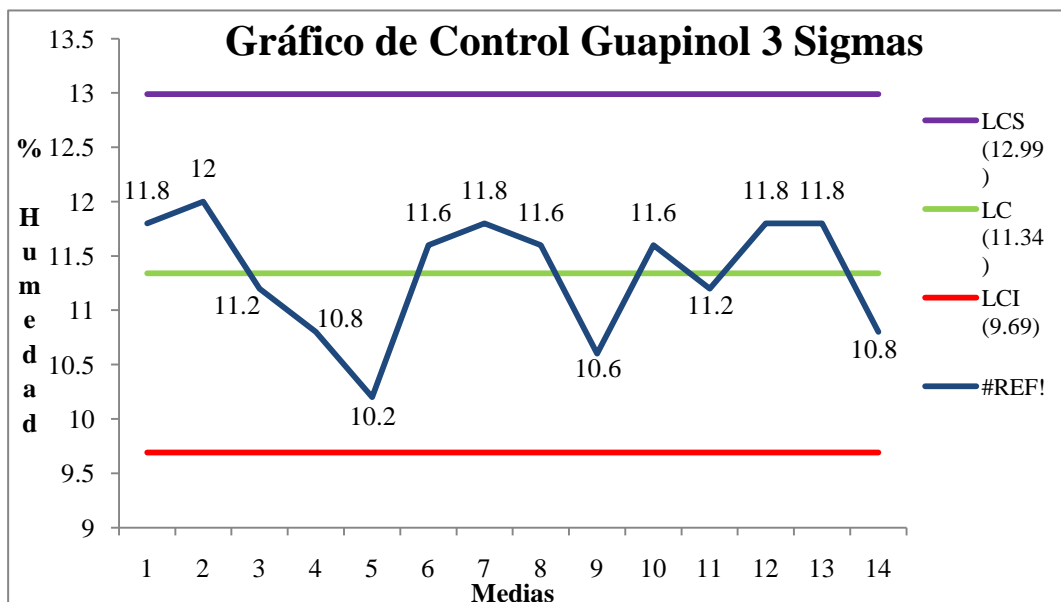
$$LSC = (\bar{X} - kS_{\bar{x}}) = (11.34 - 3(0.5515)) = 11.34 - 1.6545 = 9.69$$

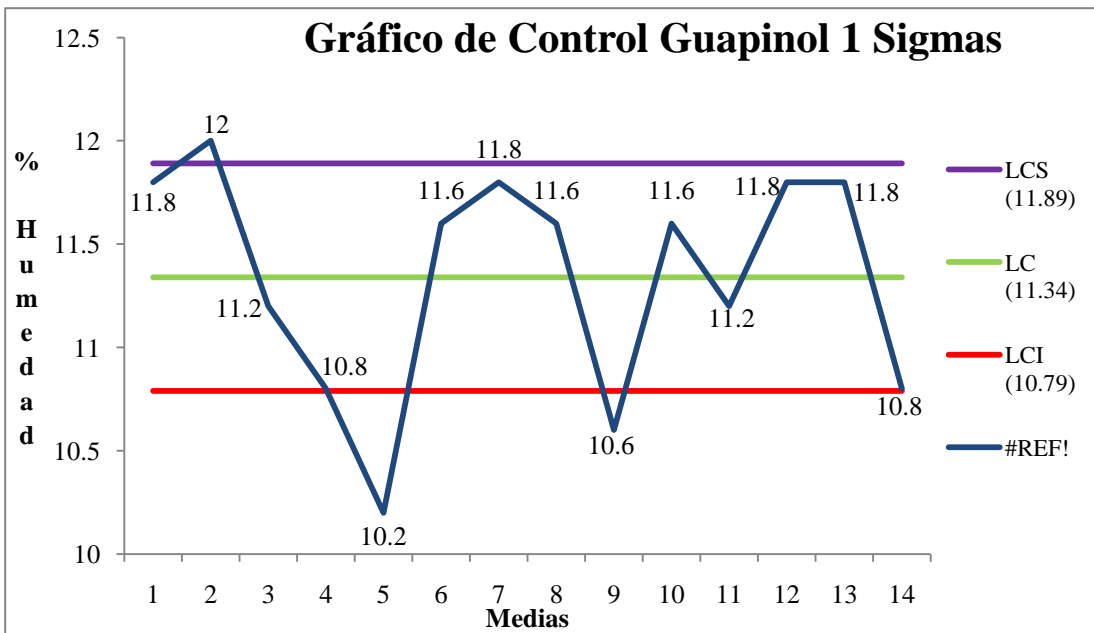
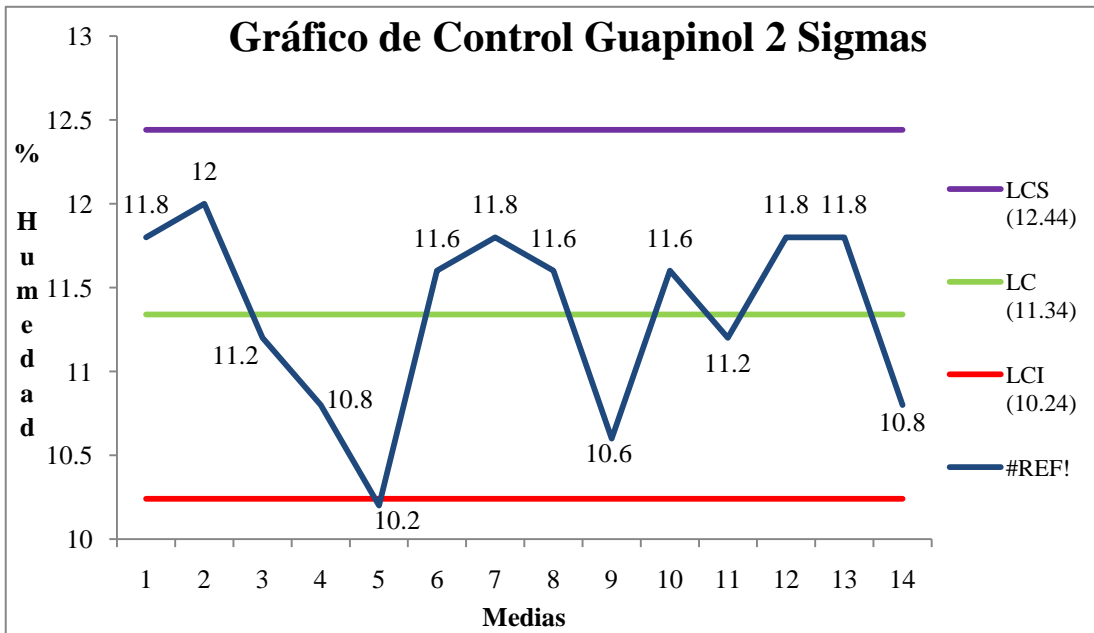
✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{X} - kS_{\bar{x}}) = (11.34 - 2(0.5515)) = 11.34 - 1.103 = 10.24$$

✓ Aplicando 1 sigmas:

$$LSC = (\bar{X} - kS_{\bar{x}}) = (11.34 - 1(0.5515)) = 11.34 - 0.5515 = 10.79$$





Se puede observar que la media global o central para la especie Cedro Real es 11.34. En el primer gráfico aplicando 3 sigmas tiene como límite superior 12.99 e inferior 9.69; con 2 sigmas 12.44 y 10.24, por último con 1 sigma 11.89 e inferior de 10.79. Lo cual nos refleja que con 1 sigma el proceso está fuera de control considerablemente, presentando 1 puntos fuera del límite superior, que es causa de desempeño deficiente y los 2 puntos fuera del límite inferior, nos indica investigar causa de mejoría.

⇒ Cálculos para realizar la gráfica de control, para la especie Níspero (F). Ver detalles de datos de la desviación estándar en el anexo n° 7 y 13:

Desviación Estándar:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})^2}{m-1}} = \sqrt{\frac{2.0371}{14-1}} = \sqrt{0.1567} = 0.3959$$

Cálculo de los límites de confianza, según las sigmas:

Límite de control superior:

✓ Aplicando 3 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.39 + 3(0.3959)) = 11.39 + 1.1877 = 12.58$$

✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.39 + 2(0.3959)) = 11.39 + 0.7918 = 12.18$$

✓ Aplicando 1sigma:

$$LSC = (\bar{\bar{X}} + kS_{\bar{x}}) = (11.39 + 1(0.3959)) = 11.34 + 0.3959 = 11.74$$

Límite de control inferior:

✓ Aplicando 3 sigmas:

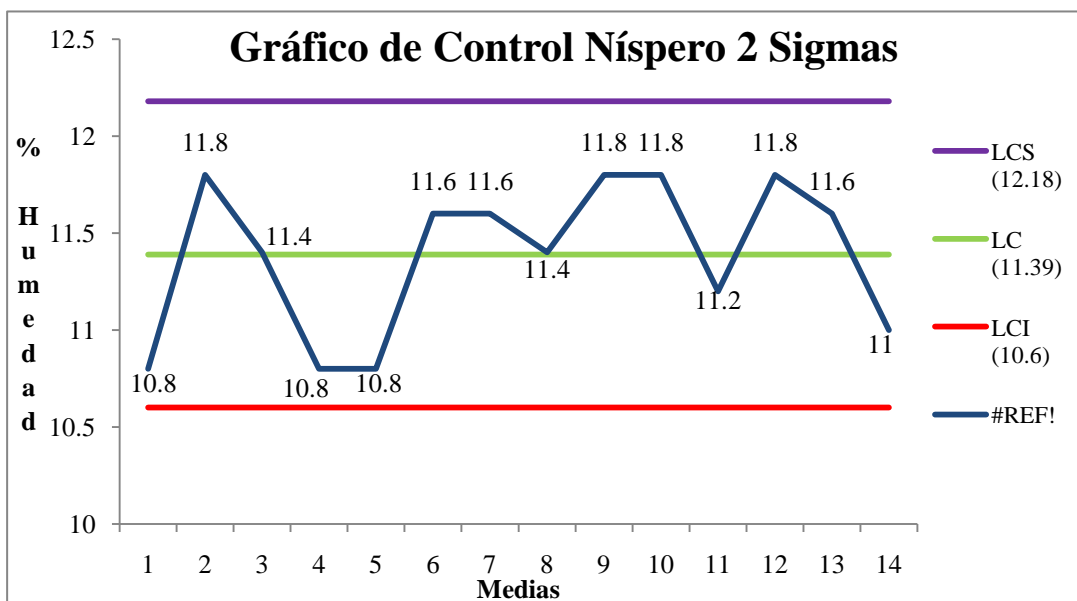
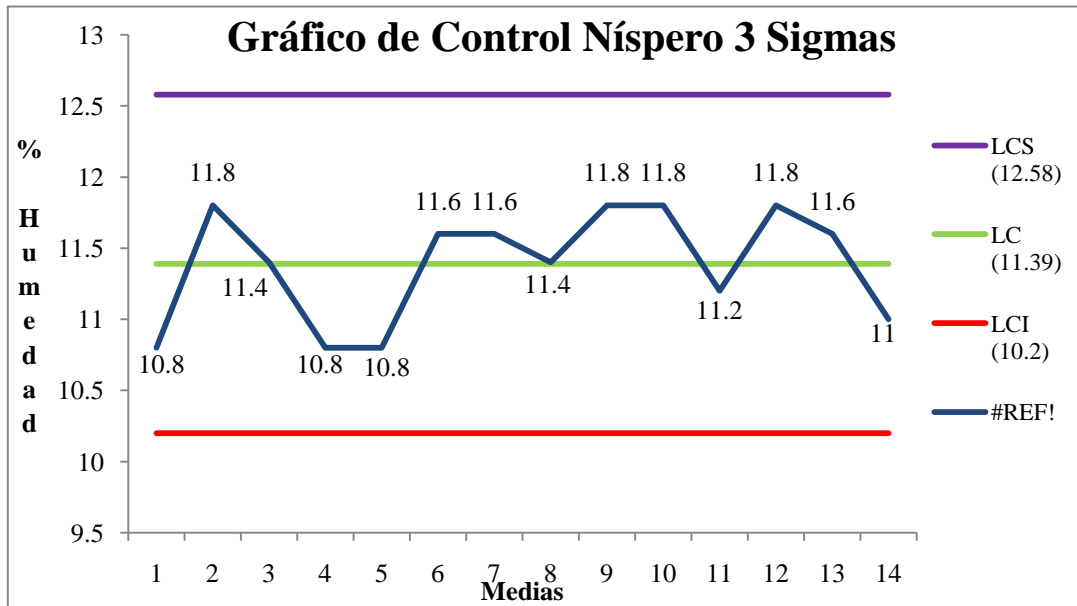
$$LSC = (\bar{\bar{X}} - kS_{\bar{x}}) = (11.39 - 3(0.3959)) = 11.39 - 1.1877 = 10.20$$

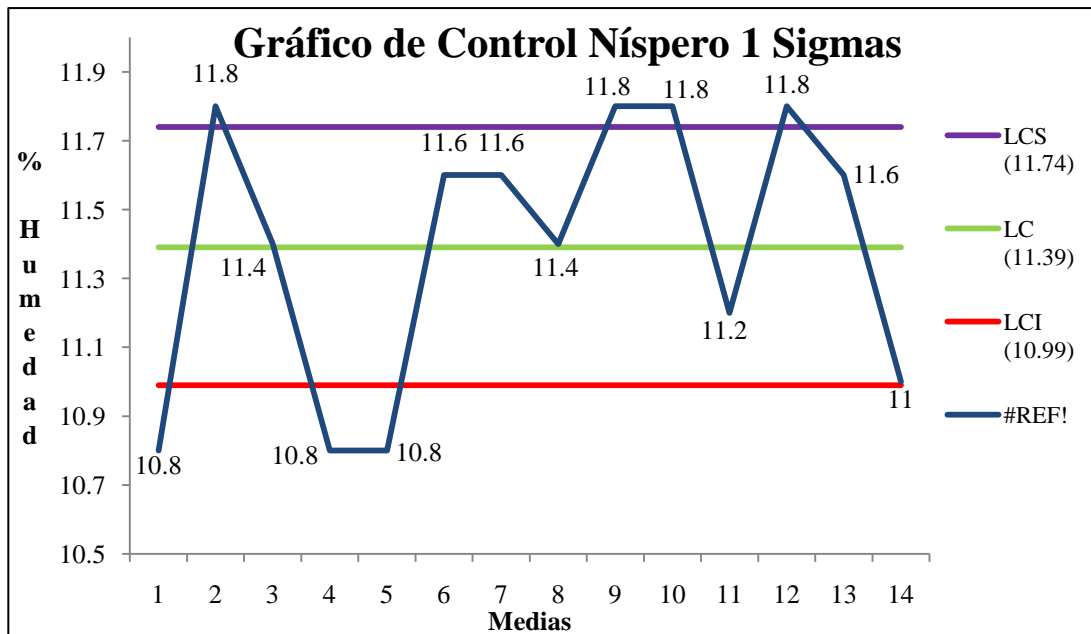
✓ Aplicando 2 sigmas:

$$LSC = (\bar{X} - kS_{\bar{x}}) = (11.39 - 2(0.3959)) = 11.39 - 0.7918 = 10.60$$

✓ Aplicando 1 sigmas:

$$LSC = (\bar{X} - kS_{\bar{x}}) = (11.39 - 1(0.3959)) = 11.39 - 0.3959 = 10.99$$





Se puede observar que la media global o central para la especie Cedro Real es 11.39. En el primer gráfico aplicando 3 sigmas tiene como límite superior 12.58 e inferior 10.20; con 2 sigmas 12.18 y 10.60, por último con 1 sigma 11.74 e inferior de 10.99. Lo cual nos refleja que con 1 sigma el proceso está fuera de control considerablemente, presentando 4 puntos fuera del límite superior, que es causa de desempeño deficiente sostenido y los 3 puntos fuera del límite inferior, nos indica investigar causa de mejoría sostenido.

3. Identificar los factores internos y externos que inciden al grado óptimo de humedad.

Para lograr este objetivo propuesto se utilizaron las herramientas “PEPSU” y “Cuestionario de Diagnostico del Proceso”; la primera nos proporciona una percepción del proceso del logro de un producto terminado hasta el consumo del cliente y la segunda se evalúa el comportamiento, desempeño y crítica de los operarios dentro de la empresa hacia su empleador; así como del empleador hacia sus trabajadores.

Posteriormente se utilizará la herramienta de calidad total propuesta por Edwards Deming, con la finalidad de ofrecer a MAPRENIC un posible cambio en el proceso, enfocado en la mejora de la situación actual del sistema.

Se utilizo este cuestionario, debido a que la variación existente en los sistemas operativos es lo que establece la necesidad del análisis y control de calidad. Por dos hechos que la teoría y la experiencia enseña:

- La variación (no uniformidad) que existe en todo sistema operativo; es decir ningún par de unidades es igual.
- La producción, el uso de los productos y los servicios son lo más económicos posibles, cuando los productos son de calidad uniforme.

Las variaciones en cualquier etapa de un proceso de producción se desprenden de las diferentes fuentes que constituyen el sistema de producción: personas, materiales, maquinaria y equipos, métodos de trabajo.

Ahora bien se podría obtener un grado de humedad uniforme u óptima si toda la madera tuviese la misma textura, resistencia y densidad; si los materiales tuviesen uniformidad en cada una de sus características; si quienes colocan las herramientas, operan las máquinas y equipos no alterasen su comportamiento durante todo el día; si el equipo trabajase de manera uniforme, sin desgastes en las herramientas o fallas, si el ambiente cumpliera con todas las especificaciones de higiene y seguridad; así sucesivamente. Sin embargo como la uniformidad es imposible, se establecen dos interrogantes claves: ¿Cuánta variación hay en los procesos? Y ¿Qué es lo que puede hacerse para controlar la falta de uniformidad en los procesos?

Compenetrando en nuestro objetivo propuesto:

Se decidió empezar por la herramienta PEPSU: la cual mostrará lo que hasta el momento se conoce como producto terminado, que en este caso es madera con el diseño de Machimbre; cabe recordar que se realiza respecto a las especificaciones y requerimientos del cliente. Se utilizo esta herramienta, ya que proporciona mostrar por medio de una tabla el inicio y fin del proceso, al facilitar la identificación de sus proveedores, entradas, procesos, salidas y usuarios.

1. PEPSU

Proceso: Sistema de Secado de diferentes especies madereras.	Fecha:
Objetivo: Diseño de Machimbre	Alcance: Duración del Proceso.

PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	USUARIO
MAPRENIC	Maderas que serán sometidas al proceso de secado y diseño de Machimbre.	<p>Recepción de la Madera.</p> <p>Aserrado de Madera.</p> <p>Almacenado en Horno.</p> <p>Extraída del Horno.</p> <p>Tomar grado de Humedad.</p> <p>Aplicar Diseño.</p> <p>Almacenar</p>	<p>Almacenar la madera del camión.</p> <p>Tablas con especificación del cliente.</p> <p>Madera secándose.</p> <p>Madera seca.</p> <p>Madera apta para machimbre.</p> <p>Lista para ser exportada.</p> <p>Lista para exportación.</p>	<p>Carpinterías, tiendas; que serán aplicados en hogares del extranjero.</p> <p>Cliente satisfecho con el producto terminado.</p>

El término de calidad total consiste en realizar las operaciones de todas las fases del proceso de la forma más eficiente y eficaz, lo cual nos convertirá en una empresa productiva y competitiva; por lo tanto se debe de conocer la situación actual de la empresa respecto como está evolucionando el proceso trabajador – gerencia. Para ello hacemos uso de la siguiente herramienta: Cuestionario para el diagnostico del Proceso.

2. Cuestionario para el Diagnóstico del Proceso. (Análisis)

Este cuestionario presenta una serie de preguntas abiertas y estructuradas, para identificar la percepción que tiene el personal que opera el proceso, respecto a la efectividad de sus factores.

El análisis de este cuestionario se aplico en forma de entrevista; el cual fue posible con la colaboración del señor José Zamora y algunos de los operarios; de esta manera se pudo realizar una comparación de criterios, con las respuestas del cuestionario aplicado al señor Oscar Sobalvarro.

A) Cuestionario para el Diagnóstico del Proceso (Sr Zamora)

1. ¿Qué objetivo del proceso no se está cumpliendo?

Considera como objetivo todas las operaciones dentro del aserrío. Cada persona que integra esta empresa sabe sus funciones y obligaciones; de tal manera que todas las fases del proceso se cumplen acorde a lo establecido, sino se depura lo que no coopera o no sirve para el proceso.

2. De acuerdo a su percepción y experiencia ¿las características del producto final o servicio cumple con los estándares establecidos?

Al momento de realizar todas las operaciones acordes como se le he enseñado y capacitado, se obtiene un producto de calidad y no produce clientes insatisfechos.

3. De acuerdo a su percepción y críticas de los clientes ¿el producto final o servicio satisface la necesidad del usuario?

Los clientes de la ciudad de Managua que nos visitan, siempre se van satisfechos con el servicios que se les brinda; los extranjeros los atiende el Sr Oscar.

4. ¿El proceso tiene una clara relación con la misión, la visión, objetivos estratégicos y políticas de la institución?

Si cumple; porque los años que tengo de laborar para la empresa, me han enseñado que las tareas a elaborar deben de realizarse con eficiencia, lo contrario perjudicaría el prestigio y utilidades de la empresa.

5. ¿Considera usted que el proceso cuenta con controles que permiten identificar variaciones en su desempeño?

No se aplica ningún sistema de control por escrito o que determine el desempeño de los trabajadores; me guio por mi experiencia.

6. ¿Se están ejecutando acciones de mejora en el proceso actualmente?

Solo tratamos de hacer las operaciones correctamente, conforme lo hemos hecho todos estos años.

7. ¿Cuáles considera que son los problemas principales en el actual proceso?

La falta de equipo de protección del operario y manipulación de la madera.

8. ¿Cómo considera usted que debería de operar el proceso seleccionado?

- Deben de tener todo el equipo de protección necesario para operar.
- Facilitarles equipo para la manipulación de la madera.
- Incentivos.

9. ¿Cuáles considera usted que son las diferencias entre la forma en que actualmente opera el proceso y la forma que debería de operar?

- Si tuvieran lo que les hace falta, laborarían con más rapidez y su desempeño incrementaría.
- Disminuirán los riesgos por accidentes en la manipulación de la madera.
- Con un mejor estímulo salarial, posiblemente incrementarían las ganancias.

B) Cuestionario para el Diagnóstico del Proceso (Operarios)

1. ¿Qué objetivo del proceso no se está cumpliendo?

Cumplimos con nuestro trabajo; acorde a nuestras obligaciones y funciones a desempeñar.
Orientado por el señor Zamora.

2. De acuerdo a su percepción y experiencia ¿las características del producto final o servicio cumple con los estándares establecidos?

Las operaciones que realizamos se realizan en tiempo y forma, dependiendo de la meta establecida para la jornada y todas las piezas son iguales.

3. De acuerdo a su percepción y críticas de los clientes ¿el producto final o servicio satisface la necesidad del usuario?

Las personas de Managua son de escasos recursos, la mayoría vienen por los derivados de la madera (leña, aserrín); muchos vienen por un servicio de corte.

4. ¿El proceso tiene una clara relación con la misión, la visión, objetivos estratégicos y políticas de la institución?

Sí, porque nos han orientado que el realizar las operaciones de manera correcta y ordenada, se logra un producto igual y con calidad; lo cual no proporciona gastos extras para la empresa.

5. ¿Considera usted que el proceso cuenta con controles que permiten identificar variaciones en su desempeño?

El señor Zamora y Sobalvarro; diariamente nos inspeccionan nuestro trabajo que lo estemos realizando como se nos ha orientado y enseñado.

6. ¿Se están ejecutando acciones de mejora en el proceso actualmente?

No, porque estamos con la misma maquinaria, requerimos de equipo que necesitamos y no es proporcionado.

7. ¿Cuáles considera que son los problemas principales en el actual proceso?

- La falta de equipo de protección.
 - Equipo de montacargas (mula) para el movimiento o manipulación de la madera.
 - Mejor salario.
8. ¿Cómo considera usted que debería de operar el proceso seleccionado?
- Debemos de tener todo el equipo de protección necesario para operar.
 - Facilitarnos equipo para la manipulación de la madera (muy pesada).
 - Incentivos.
9. ¿Cuáles considera usted que son las diferencias entre la forma en que actualmente opera el proceso y la forma que debería de operar?
- Si tuviéramos equipo de protección laboraríamos sin temor.
 - Mi pensamiento no estuviera enfocado en lastimarme.
 - Todos con un mejor salario, laboraríamos con más ánimo.

C) Cuestionario para el Diagnóstico del Proceso (Sr Sobalvarro)

1. ¿Qué objetivo del proceso no se está cumpliendo?

Cada fase del proceso tiene un objetivo fundamental, que hemos implementado con el propósito de ser una empresa competitiva; de esta manera elaborar productos y brindar servicios que satisfagan las necesidades y requerimientos de los clientes.

2. De acuerdo a su percepción y experiencia ¿las características del producto final o servicio cumple con los estándares establecidos?

La empresa se caracteriza por poseer tecnología que la diferencian de la competencia; además el personal en la realización de las operaciones que se le aplican a la madera, es inspeccionado por mi persona y el señor Zamora en todas las fases del proceso operacional. Los resultados obtenidos finales es poder cumplir con las especificaciones estipuladas por el cliente en el producto terminado.

3. De acuerdo a su percepción y críticas de los clientes ¿el producto final o servicio satisface la necesidad del usuario?

El producto terminado (machimbres) que elaboramos en su mayoría es pedido por clientes extranjeros. Los cuales nos establecen las especificaciones que debe de tener el producto, incluso el grado de humedad que ellos requieren para su exportación.

Nuestro compromiso es cumplir con esos requerimientos y hemos comprobado que tales requisitos ayudan obtener un producto de calidad.

4. ¿El proceso tiene una clara relación con la misión, la visión, objetivos estratégicos y políticas de la institución?

Claro que sí. La empresa se ha caracterizado por ser competitiva y comprometida con el cliente, respecto a satisfacer sus necesidades. Prueba de ello que exportamos a varios países del mundo y hemos sido muy bien recomendados; lo cual nos ha ubicado en el mercado como una empresa eficiente, eficaz y de prestigio.

5. ¿Considera usted que el proceso cuenta con controles que permiten identificar variaciones en su desempeño?

El motor de obtener un producto terminado, es obviamente por la mano de obra. El desempeño de la misma la obtenemos de la experiencia de todos estos años de trabajo, la cual nos proporciona poder capacitar y enseñar a los obreros a realizar sus labores diarias con eficiencia y eficacia, en todas y cada una de las fases del proceso operacional.

6. ¿Se están ejecutando acciones de mejora en el proceso actualmente?

El proceso tiene las herramientas necesarias para laborar la madera; aunque no omito que necesitan muchas más, las cuales acelerarían el proceso y satisfacción de los trabajadores; pero la liquidez de la empresa en estos últimos años con el nuevo gobierno, no han sido muy satisfactorias, manteniéndonos en austeridad y originando recorte considerable de personal.

7. ¿Cuáles considera que son los problemas principales en el actual proceso?

Considero que son varios e importantes de resolver, lo más probable es que coincida con el pensamiento de los trabajadores de esta empresa. Pero debo dar prioridades para el mantenimiento y estabilidad de MAPRENIC.

8. ¿Cómo considera usted que debería de operar el proceso seleccionado?

Un proceso con cero errores y problemas, seríamos calidad total; pero pienso que en la actualidad el proceso ayuda a cumplir con nuestras metas, objetivos y políticas de la empresa.

9. ¿Cuáles considera usted que son las diferencias entre la forma en que actualmente opera el proceso y la forma que debería de operar?

La diferencia radica en que hace algunos años éramos una empresa con una fuerte liquidez, la cual nos proporcionaba tener un personal más amplio y realizar mejoras más periódicas a las instalaciones, equipos y herramientas. A pesar de esta disminución de utilidades tratamos de mantenernos en el mercado, siempre fieles y comprometidos con el cliente; pero sobre todo con ética y valores que nos caracterizan.

Con las entrevistas se determina:

El gerente es la persona más alta en la jerarquía y la que toma las decisiones que rigen a una empresa; por lo tanto se toma como referencia de comparación las respuestas del señor Sobalvarro:

- El gerente está consciente que la empresa tiene problemas que urgen se deben resolver e incluso con el personal; pero también considera que debe de dar prioridades de solución de problemas, por la situación decreciente actual de la empresa.
- Establece que la experiencia y la fidelidad de los clientes a su empresa son fundamentales.
- Los operarios necesitan laborar y tener una remuneración; a pesar de limitantes o posibles desacuerdos.

La herramienta utilizada anteriormente, nos permitió encontrar debilidades en los recursos de la empresa; por lo tanto se decidió proponer la teoría los 14 puntos Edwards Deming y realizar algunos cambios que mejorarían el funcionamiento de la organización y el proceso.

3. 14 Puntos de Deming

El Cuestionario para el Diagnóstico del Proceso, comprobó que la empresa posee algunos problemas que son fáciles de solucionar, pero hace falta interés de corrección. Debemos de recordar que la calidad total de un producto terminado, radica en que todas las fases del proceso se realicen con calidad.

De acuerdo a los criterios obtenidos de los cuestionarios y a la observación directa en el proceso. Se establecerá un criterio que se debe aplicar en MAPRENIC, para ello haremos uso de la herramienta: 14 Puntos de Deming.

1.- Crear constancia de propósito.

El gerente no solo debe pensar que el trabajador es necesario, pero no indispensable; sino pensar en estimular por medio de incentivos y proporcionar lo que necesita para sus labores, que hagan sentir al trabajador que es útil y que sin él no es posible la elaboración del producto, mientras labore para la empresa.

2.- Adoptar la nueva filosofía.

Una vez confirmado que todos los documentos están en regla por parte de la persona que trae la madera. Las especies deben de almacenarse por especie y en orden, para poder realizar una mayor manipulación, en cuanto al movimiento y reconocimiento de las especie al momento de ser sometidas al proceso; también debe orientar a cada operario cual es su responsabilidad y funciones dentro de la empresa.

3.- Terminar con la dependencia de la inspección.

Deben de realizarse periódicamente capacitaciones, con el objetivo de concientizar la importancia que tiene realizar eficientemente cada operación y mostrar los perjuicios que influyen en la calidad del producto.

4.- Terminar con la práctica de decidir negocios con base en los precios.

En este punto los precios se establecen cliente – empresa; lo que se pudo observar que la empresa piensa primero en la calidad. La fidelidad de los clientes y la responsabilidad con sus proveedores es notable.

5.- Mejorar el sistema de producción y de servicios.

La mejora continua se encuentra interrumpida debido a la falta de equipo de protección personal y equipo para movimiento de las especies; lo que origina retrasos, desanimo, miedo y posibles fallas en los cortes, que originarían desperdicios.

6.- Entrenamiento del trabajo.

Se debe establecer diseño de métodos y plan de operaciones por escrito, para que sean ejecutadas por los operarios de nuevo ingreso; además servirán para correcciones futuras y de esta manera registrar las capacitaciones por medio de la experiencia, que solo originan empleados empíricos.

7.- Adoptar e instituir el liderazgo.

Deben tener paciencia con los empleados que tienen dificultades para el aprendizaje de una nueva tarea, pero sobre todos con los nuevos. Motivar la enseñanza en equipo.

8.- Eliminar temores.

El gerente debe estar más pendiente del proceso y de las necesidades del empleado para poder realizar sus labores con más eficiencia y eficacia. Realizar los llamados de atención con sutileza.

9. Romper las barreras entre los departamentos.

El gerente debe promover más confianza con sus trabajadores, para que estos puedan dar sus sugerencias y críticas.

10.- Eliminar slogan.

A pesar que los equipos tienen muchos años de uso, le proporciona al trabajador laborar con rapidez, pero la falta de equipos anteriormente señalados no lo permite. Por lo tanto no se deben establecer metas diarias, porque lo que ocasionará será un accidente laboral.

11.- Eliminar estándares.

El gerente debe de tener conciencia de lo que ocasiona, implementar una meta cuando la empresa está atrasada en un pedido, ya que podría ocasionar defectos y desperdicio de la materia prima. Cabe señalar que la experiencia y necesidad económica, provoca al operario trabajar bajo presión a pesar de los riesgos.

12.- Eliminar barreras que impidan alcanzar el orgullo al trabajador.

En este punto llevan una relación basada en la realidad de los conocimientos que cada uno posee, así como el tiempo que estos tienen de estar laborando en la empresa; por lo tanto no hay comparación ni disputas internas.

13.- Instituir un activo programa de educación.

Si se cumplieran todos los puntos anteriores; la empresa en estudio tendría trabajadores que pudieran colaborar y dar aportes teóricos al proceso, que incrementarían aún más la competitividad de la empresa y una calidad total.

14.- Implicar a todo el personal en la transformación.

El personal en la empresa es limitado para los departamentos que posee; pero los que laboran actualmente han podido cumplir eficientemente con los clientes, lo cual indican que son personas capaces y líderes para poder desarrollar estos puntos.

Nota: Aunque no es fácil implementar estos consejos es importante tenerlos en cuenta y poder implementarlos lentamente en las organizaciones para poder aportar en el mejoramiento de los procesos y logro de una calidad total.

4. Valorar el impacto ambiental que ocurre cuando se utiliza un grado óptimo de humedad, enfocado en la concientización del aprovechamiento racional de este recurso.

En el objetivo anterior, las debilidades que se encontraron a lo interno de la empresa y en el proceso, motivo sugerir mejoras en algunos aspectos del sistema productivo, en pro de una mejora continua, obtener mejores resultados en el desempeño y el máximo aprovechamiento de la materia prima; cumpliendo con la mayor prioridad que es el cliente y los requerimientos estipulados por el mismo en su producto terminado.

En principio el impacto ambiental positivo o negativo, en conjunto con el deterioro del ecosistema lo ocasiona el hombre. Debido a la falta de valores, principios y amor a nuestros recursos naturales; tal carencia se da, por circunstancias de la vida o la economía de un país que nos conlleva a realizar actos que son incorrectos e irracionales.

Para lograr el cumplimiento de este objetivo, primeramente: se tomará como referencia el estudio realizado por los técnicos de las autoridades CITES de Centro América y otros participantes del “Taller Regional sobre la implementación de CITES: Mejorar el Comercio Internacional de Caoba en Managua, Nicaragua, 15-17 Agosto 2007”, tomando como base la metodología de medición del diámetro a la altura del pecho en pie (DAP), sobre la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*), dicho estudio enfoca su objetivo final en establecer una Tabla de Conversión para el Cálculo de Volúmenes Exportables de la Madera de esta especie por cada árbol.

La metodología tiene como objetivo contribuir con la estandarización de procedimientos de campo y gabinete para el cálculo de la relación directa de los volúmenes de madera de caoba en pie y los volúmenes de madera aserrada de calidad exportable.

Considerando que la metodología está orientada únicamente al cálculo de volúmenes de madera aserrada, se espera que a partir de estos trabajos y los esfuerzos bastante avanzados en algunos de los países exportadores se puedan elaborar otros instrumentos prácticos para determinar los volúmenes reales incorporados en productos acabados.

Esta iniciativa se generó a partir de las reuniones de trabajo de las autoridades CITES de Centroamérica, convocadas por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo

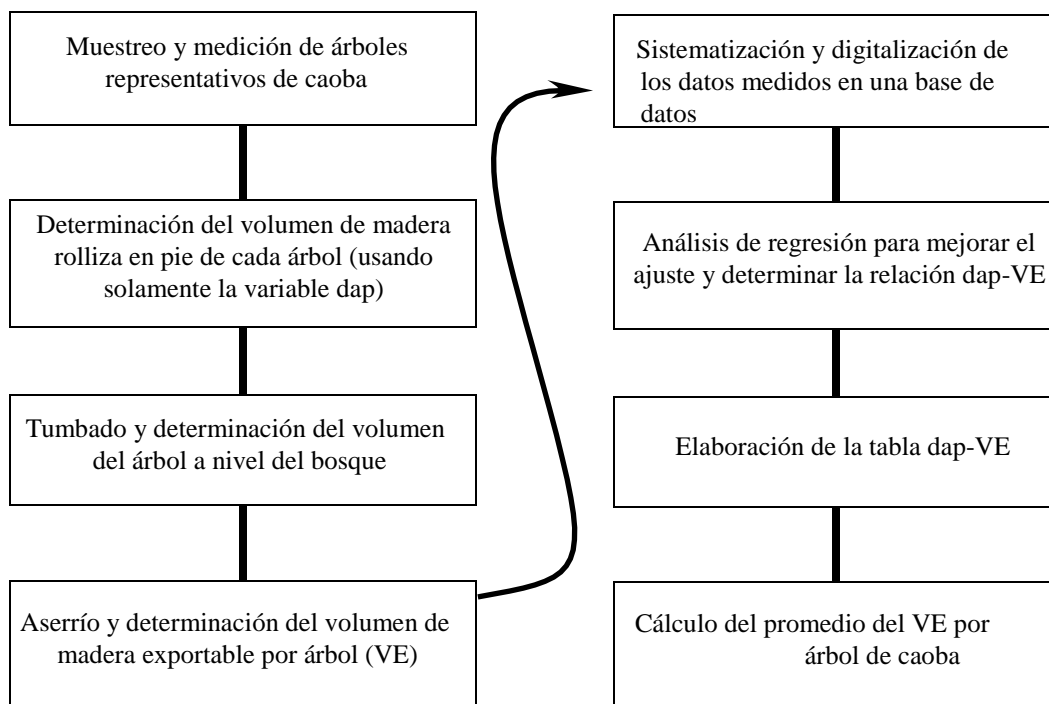
(CCAD) en el marco de las actividades para mejorar la aplicación de la Convención CITES mediante el acuerdo USAID-CCAD en material ambiental. Considerando el fuerte impacto de la tala ilegal, particularmente en el caso de caoba, en la gobernabilidad del sector forestal en diversos países productores de la región, el Programa FLEG del Banco Mundial y la CCAD organizaron el “Taller Regional sobre la Implementación de CITES: Mejorar el Comercio Internacional de la Caoba” en Managua, Nicaragua, del 15 - 17 de Agosto, 2007. El éxito de este evento en gran parte se debió al decidido apoyo del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales de Nicaragua (MARENA) y del Instituto Nacional Forestal de Nicaragua (INAFOR). Los fundamentos de la metodología fueron ampliamente discutidos y recibieron los aportes valiosos de las autoridades CITES y del sector forestal de los países de la región y otros técnicos especialistas en la materia; además de los miembros del Comité de Flora de CITES y del Secretariado Internacional CITES, quienes participaron en este evento.

La caoba, también conocida como caoba del atlántico en América Central, mara en Bolivia y mogno en Brasil, es la especie tropical maderable de más alto valor comercial en el mercado internacional. En base a los estudios de los flujos de comercialización, la caoba se exporta desde los países productores en su mayor proporción a los mercados consumidores de Estados Unidos, Francia, Canadá, Inglaterra, República Dominicana y otros países de Europa.

Los esfuerzos para evitar la legalización de los volúmenes de la caoba extraída ilegalmente de las áreas protegidas y las áreas no autorizadas han sido limitados. Estas prácticas de legalización se pueden evitar, en parte y con relativo éxito, mediante la revisión del factor de conversión usado para el cálculo de los volúmenes en pie y el volumen final de madera de calidad de exportación (VE). Esta revisión se puede efectuar mediante el uso de métodos simples pero rigurosos para calcular volúmenes, aprovechando las autorizaciones de extracción ya aprobadas.

Mediante estas tablas volumétricas de uso sencillo y de alta precisión, se logrará prevenir la exportación de volúmenes mayores de madera aserrada de caoba del que efectivamente pueden producir los árboles legalmente autorizados. Una vez aprobadas por las autoridades competentes de los países, estas tablas nacionales serán utilizadas por usuarios, operadores, dueños de bosques, auditores, autoridades de las administraciones forestales y las

autoridades CITES. Para elaborar la tabla volumétrica nacional se deberá seguir un proceso riguroso usando una metodología cuya propuesta se presenta en forma esquemática a continuación:



Ordenamiento y sistematización de la información en una base de datos simple.

Toda la información obtenida de los árboles seleccionados tanto en el bosque como en la industria se ordena en una base de datos de acuerdo a la tabla que se presenta a continuación:

Dap: Diámetro a 1,30 m del suelo medido en cm cuando el árbol está en pie. Como se indicó anteriormente esta es la definición convencional del dap; en la práctica el técnico de campo usará su buen criterio considerando las características morfológicas del árbol.

HC: altura comercial calculada hasta la base de la copa, medida en metros cuando el árbol está en pie.

Volumen rollizo en pie: es el volumen de madera total estimado para el árbol en pie y calculado a partir del dap, la HC y el factor 0,65 (factor de ajuste por cono truncado). El volumen se expresa en m³. El factor 0,65 se usó en el caso del análisis de Perú. Cada país podrá definir su factor de ajuste.

Volumen rollizo apeado: es el volumen total (m³) de madera que tiene el árbol que ha sido cortado, antes de ser trozado y trasladado a la industria.

Volumen rollizo neto: es el volumen (m³) de las trozas que pasan a la industria.

Volumen aserrado: es todo el volumen (m³) de madera aserrada que se obtiene de las trozas del árbol que ingresa a la industria.

Volumen aserrado exportable (VE): es el volumen de madera aserrada de calidad de exportación que se obtiene del árbol de caoba.

Factor de conversión volumétrica (FCVE): es la relación entre el volumen aserrado exportable sobre el volumen rollizo en pie.

Es pertinente recomendar que el ordenamiento y sistematización de los datos lo efectúen por lo menos dos miembros del equipo de trabajo encargado de la elaboración de las tablas nacionales. De esta forma se asegura mayor calidad en el ordenamiento y sistematización de la información.

Para efectos de ilustración, con un ejemplo real y práctico, se elaboró la siguiente tabla en la que se utilizan los datos de una población de 255 árboles de caoba.

Altura comercial y cálculos de volúmenes

1	2	3	4	5	6	7	8	9
No.	dap (cm)	HC (m)	Volumen rollizo en pie (m ³)	Volumen rollizo apeado (m ³)	Volumen rollizo neto (m ³)	Volumen aserrado (m ³)	Volumen aserrado exportable (VE) (m ³)	Factor de conversión volumétrica (FCVE)
1	75	12	3.446	3.951	3.6769	1.6381	0.8191	0.2377
2	75	14	4.020	3.933	3.7051	1.6868	0.8434	0.2098

	.							
52	87	14	5.410	5.728	5.0903	2.3576	1.1788	0.2179
53	87	11	4.250	4.474	3.8343	1.8282	0.9141	0.2151

81	93	16	7.065	7.318	6.1967	2.9462	1.4731	0.2085
82	93	13	5.740	5.354	4.8061	2.3138	1.1569	0.2015

215	130	18	15.530	14.423	9.5138	5.4393	2.7196	0.1751
216	130	19	16.392	15.453	10.1351	5.8658	2.9329	0.1789

251	151	20	23.280	20.655	11.4272	6.9976	3.4988	0.1503
252	154	21	25.425	22.425	12.2670	7.4861	3.7430	0.1472

253	156	14	17.393	17.499	8.9404	5.6400	2.8200	0.1621
254	168	16	23.054	21.017	10.4485	6.8601	3.4301	0.1488
255	169	12	17.497	15.386	8.0448	5.2025	2.6013	0.1487

(*) VE = Volumen rollizo en pie (4) x FCVE (9)

Los datos completos de este cuadro se presentan en forma detallada en el Anexo .

Cálculo del volumen de madera aserrada exportable promedio por árbol de caoba.

Se obtiene a partir de los volúmenes exportables promedios, calculados en el paso anterior por clase diamétrica y el promedio ponderado de acuerdo a la proporción que corresponde a la clase diamétrica de los árboles seleccionados.

Tabla Volumétrica por Clases Diamétricas

Clases diamétricas (CD) (cm)	% de la población en la CD (tomado del promedio de POAs)	Volumen de madera exportable promedio de caoba por CD (m³)
75 – 84	6.51	0.857
85 – 94	14.54	1.211
95 – 104	16.03	1.552
105 – 114	11.46	1.880
115 – 124	8.89	2.195
125 – 134	13.15	2.498
135 – 144	10.06	2.787
145 – 154	5.07	3.063
155 - +	14.28	3.327
Promedio Ponderado		2.131

Como se puede observar en base al análisis de los datos obtenidos de una muestra total de 255 árboles el volumen de madera exportable promedio por árbol de caoba es de 2.131 m³. La obtención de este promedio nacional permitirá a los usuarios tener una idea inmediata sobre el origen y legalidad de los volúmenes exportables de caoba aserrada a nivel de unidad de manejo y a nivel nacional a partir del número de árboles de caoba verificados en el bosque.

Finalmente, la tabla volumétrica en base al DAP y la tabla volumétrica por clases diamétricas elaboradas para cada país usando la presente metodología serán instrumentos útiles, prácticos y de alta confiabilidad para las autoridades de supervisión y control forestal, las autoridades administrativas y científicas CITES, los inspectores y auditores gubernamentales e independientes, los técnicos de la industria forestal y para terceros interesados en el manejo forestal responsable.

Hasta ahora se han mostrado los datos obtenidos en el presente estudio, dichos datos servirán para valorar la relación que tiene el grado óptimo de humedad de la madera con un impacto negativo o positivo para el medio ambiente; para ello se tomarán la tolerancia que establece la norma COVENIN, respecto a la humedad, la cual plantea: “La humedad de las piezas de madera, deberán estar comprendidas entre el 10 y el 12 %, admitiéndose hasta un 5 % de de la piezas de un lote tenga una humedad como máximo del 13 %.”

Primeramente se debe recordar que las dimensiones del producto terminado (Machimbre) son: 126 x 11 x 1 (cm), correspondiente a la longitud, ancho y grosor, respectivamente. Estas medidas multiplicadas son equivalentes a 1,386 cm³; las dimensiones de un pie tablar (PT) son de 30 x 30 x 2.54 (cm), las cuales son equivalentes 2,286 cm³. Estos datos nos reflejan que el producto final convertido a pie tablar corresponde a 0.61 PT; fácilmente lo observamos en la siguiente tabla:

Producto y Unidad de Medida	Longitud	Ancho	Grosor	Total (cm³)
Machimbre	126	11	1	1,386
Pie Tablar	30	30	2.54	2,286
Conversión de Machimbre a PT				0.61

La capacidad del horno, respecto a tablas calculadas en el objetivo n° 1 es de 22,223; por lo tanto esta cantidad es multiplicada por 1,386, el cual nos dará como resultado el total en cm³, el cual posteriormente se divide por el valor del PT, para obtener la cantidad total de PT, seguidamente se divide por la cantidad de PT que posee un m³ (424 PT), para obtener el total de m³; con el propósito final de dividir este valor con el volumen de madera exportable promedio (VE) y calcular la cantidad de árboles que se necesitan para alcanzar la capacidad del horno. El cual lo observamos en la siguiente tabla 1:

Producto y Unidad de Medida	Total
Machimbre (cm ³)	1,386
Capacidad del Horno (Tablas)	22,223
Total de cm³	30,801,078
Valor PT	2,286
Total de PT	13,473.79
Valor m ³ en PT	424
Total de m³	31.78
Promedio Ponderado VE	2.131

Cantidad de Árboles a Talar	14.91
------------------------------------	--------------

Realizando una sumatoria de la altura comercial (HC) de los 255 árboles, se estimó la altura promedio comercial de los árboles a talar, la cual es de 14.52 metros, para poder alcanzar la capacidad del horno.

Ahora bien tomando en cuenta lo establecido por la norma COVENIN, obtenemos los siguientes datos:

NORMA COVENIN		INCUMPLIMIENTO	
Tolerancia (10-12 %) de humedad final en las piezas.	Tolerancia 5 % de las piezas con Máximo 13 %	Incumplimiento del 1% de las piezas (9%)	Incumplimiento del 1% de las piezas (14%)
22,223	1,111.15	222.23	222.23

Tomando como referencia el dato obtenido del procedimiento elaborado en la tabla 1, se evaluará la cantidad de árboles extras que se tienen que talar, para poder cumplir con un determinado pedido, debido al incumplimiento en el grado final de humedad. Se tomará en consideración que incumplimiento, significa no cumplir con las tolerancias establecidas por la presente norma; es decir un 9 o 14 % de humedad es dato de incumplimiento.

El dato de 222.23 para ambos extremos de los grados de tolerancia, representa el 1 % de la capacidad del horno. En la tabla 2 que se observa a continuación, se estimará la cantidad de árboles extras que se deberían talar con incumplimiento del 1 %, así como hasta un máximo de 5 % de incumplimiento.

Producto y Unidad de Medida	INCUMPLIMIENTO (%)				
	1	2	3	4	5
Machimbre (cm ³)	1,386	1,386	1,386	1,386	1,386
Cantidad de Incumplimiento (Tablas)	222.23	444.46	666.69	888.92	1,111.15
Total de cm³	308,010.78	616,021.56	924,032.34	1,232,043.12	1,540,053.9
Valor PT	2,286	2,286	2,286	2,286	2,286
Total de PT	134.74	269.48	404.21	538.95	673.68
Valor m ³ en PT	424	424	424	424	424
Total de m3	0.32	0.64	0.95	1.25	1.59
Promedio Ponderado VE	2.131	2.131	2.131	2.131	2.131

Cantidad de Árboles a Talar	0.15	0.30	0.45	0.59	0.75
Cantidad Total de Árboles a Talar	15.06	15.21	15.36	15.50	15.66
Cantidad de Árboles por Hectárea	400	400	400	400	400
Área Deforestada (m²)	3.75	3.80	3.84	3.88	3.92

Además de los 14.91 árboles que se necesitan para alcanzar la capacidad del horno, se puede observar en la tabla anterior, que si la cantidad de piezas representará el 1 % no aceptables por incumplimiento, da como resultado 0.15 de árbol extra a talar; también se puede observar el área total deforestada para cada uno de los porcentajes, la cual resulta de sumar cantidad de árboles a talar con la cantidad de árboles extras, lo cual representa 3.75 metros cuadrados para el 1 %.

Una de las consecuencias de no obtener un grado óptimo de humedad, ocasionaría no cumplir con “El Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico Seco de Nicaragua” y no obtener todos los beneficios que establece; además de la pérdida de captura de carbono que obtendríamos con estos árboles talados.

Para desarrollar la siguiente tabla sobre la pérdida de carbono capturado se tomarán en cuenta los siguientes valores que establece el presente plan:

“Una tonelada de carbono en la madera de un árbol ó de un bosque, equivale a 3.5 toneladas aproximadamente de CO₂ atmosférico. Una tonelada de madera con 45% de carbono contiene 450 Kg. de carbono y 1575 Kg. de CO₂. Árboles maduros, plantados a distancia de 5 metros forman bosques de 400 árboles por hectárea. Si cada árbol contiene 300 Kg. de carbono, y 42% de la madera del árbol es carbono, esto significaría que cada árbol pesa 714 Kg. En este caso, la captura de carbono sería de 120 toneladas por hectárea”.

Pérdida de Captura de Carbono relacionado con porcentajes de incumplimiento (%)					
	1	2	3	4	5
Cantidad Total de Árboles a Talar	15.06	15.21	15.36	15.50	15.66
Captura de Carbono por árbol (0.30 ton)	4.518	4.56	4.61	4.65	4.70
Captura de Dióxido por árbol (0.75 ton)	11.30	11.40	11.53	11.63	11.75

¿Cuántas hectáreas con árboles necesitaríamos plantar para compensar nuestras emisiones contaminantes de dióxido de carbono (CO₂)?

La captura de carbono (CO₂ atmosférico causante del Calentamiento Global) ocurre únicamente durante el desarrollo de los árboles y se detiene cuando los árboles llegan a su madurez total.

El dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO₂ regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación).

Para calcular la captura de carbono es necesario conocer el período en cual el bosque alcanzará su madurez. Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árboles, suelos, topografía y prácticas de manejo en el bosque. La acumulación de carbono en los bosques, llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo. Las prácticas para captura de carbono deben continuar, aún después de haber llegado al punto de saturación para impedir la emisión de carbono nuevamente a la atmósfera.

Plantas, humanos y animales, son formas de vida basadas en el carbono. Estas formas de vida utilizan energía solar para obtener el carbono que es necesario en la química de las células. Los árboles absorben CO₂ a través de los poros en sus hojas. Y particularmente por la noche, los árboles emiten más CO₂ del que absorben a través de sus hojas.

El promedio mundial de emisiones de CO₂ en 2001 fue 3.9 ton por persona (Banco Mundial). Se necesitarían 1.2 hectárea por persona, plantadas con árboles en desarrollo en regiones sin forestación para compensar las emisiones de CO₂ de esta sola persona. 9,000 millones de hectáreas para compensar temporalmente las emisiones de los 6,000 millones de habitantes en el mundo. Sin embargo, esto sería insuficiente, porque la población y las emisiones de CO₂ aumentan diariamente.

Cada año se requerirían mucho más de 9,000 millones de hectáreas plantadas con árboles en desarrollo en regiones sin forestación para compensar las emisiones de CO₂ y reponer los árboles muertos. Sin embargo, 70 % del planeta Tierra está cubierto por agua; las tierras sin forestación generalmente no son adecuadas para la mayoría de las especies de árboles; y los suelos fértiles se requieren para producir alimentos.

La plantación de árboles beneficia enormemente el medio ambiente, pero no resuelve el problema de calentamiento global que es causa de la deforestación. Se requiere modificar nuestros patrones de vida y de consumo relacionados con la energía y las emisiones de CO₂ (gas de efecto invernadero) para estar en posibilidad de mitigar los efectos del calentamiento global.

Hay que insistir en que la captura de carbono en bosques y suelos es reversible. El carbono (CO₂) que tomo muchos años (décadas) para ser capturado y almacenado en troncos y ramas de árboles en los bosques podría quedar liberado en la atmósfera, debido a incendios forestales; manejo inadecuado de los bosques; cambios en los usos de suelo; plagas y enfermedades vegetales; y por efectos del calentamiento global. De tal manera, el CO₂ regresaría a la atmósfera empeorando la situación actual que afecta negativamente las condiciones climáticas, la salud humana y la vida en el planeta.

X.CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo investigativo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las cuatro fases designadas para aplicar la metodología, se logro realizar el muestreo propuesto de la toma de contenido de humedad, haciendo uso del higrómetro. Las cuales fueron: Especies en forma de timbre, madera aserrada, proceso de secado (horno) y producto terminado (exportable).
2. La muestra calculada respecto a la capacidad del horno, permitió poder identificar las variaciones promedio de humedad que poseen las especies en las fases designadas, las cuales son: 13.59 %, 36.94 %,11 %, 11.38 %; respectivamente.
3. Las instituciones Nicaragüenses, no poseen una norma que regule el grado de humedad en las especies madereras próximas a su exportación; ocasionando que las empresas dedicadas a prestar servicios de secado y las que exportan madera, solo cumplan con las especificaciones y requerimientos del cliente extranjero.
4. La norma internacional venezolana COVENIN 3019-93 y la oferta de MAPRENIC de servicio de secado que da sus clientes, las cuales establecen un intervalo del 10 al 12 % de humedad final, fueron utilizadas como parámetro de comparación y validación al dato final obtenido.
5. El grado de humedad final promedio obtenido corresponde a 11.38 %, se comparo: con las tolerancias que establece la norma COVENIN y la oferta de MAPRENIC; se considera una dato confiable en dicha comparación.
6. El proceso se encuentra bajo control cuando aplicamos los niveles de confianza de 3 y 2 sigmas, pero no al poseer 1 sigma; lo que demuestra un desempeño deficiente y busca de una mejora.

7. El nivel de satisfacción del trabajador y empleador, tiene sus deficiencias; combinados con las gráficas de control, induce aplicar los 14 puntos de Deming sugeridos a una mejora.

8. El método de tala: Diámetro a la altura del pecho, los datos del Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestaciones en el Trópico Seco de Nicaragua y las unidades internacionales; permitió poder calcular la cantidad de árboles que se necesitan para alcanzar la capacidad del horno, la cual es de 14.91 árboles con una altura promedio comercial de 14.52 metros; que induce a una pérdida de captura carbono de 4.47 y 6.71 toneladas de dióxido de carbono, por cada ciclo de producción del horno.

XI. RECOMENDACIONES

- ✓ Las instituciones nicaragüenses que protegen y regulan el aprovechamiento de nuestros recursos forestales, deben por medio de un estudio sobre los grados de humedad en la madera, establecer los parámetros porcentuales permisibles para exportar, de tal manera que se elabore una norma técnica obligatoria nicaragüense.

- ✓ El empleador de MAPRENIC, debe de tener una mayor comunicación con sus operarios, referente a las necesidades de los puestos de trabajo, así como de seguridad e higiene. De esta manera se logrará un mejor desempeño y mejoría del proceso.

- ✓ Constituir el uso del método de tala del diámetro a la altura del pecho (DAP), en todas las especies madereras que se encuentran en aprovechamiento.

XII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Aserradero manual portátil LT 15.

www.woodmizeres.com

Consultado: 30/11/2011

Aspectos nocivos en la madera.

www.wikipedia.org

Consultado: 12/04/12

Besterfield, Dale H (1995) Control de Calidad. Prentice Hall Hispanoamericana S.A

Cálculo de gráficas de control.

www.scribd.com

Consultado: 17/05/12

Cardona, Oscar Escobar (1987)

www.banrepcultural.org

Consultado: 17/05/12

Campos Cisneros, Ronald (2007) Estructura, contenido de humedad, densidad, clasificación, propiedades mecánicas de la madera. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.

www.monografias.com

Consultado: 20/11/2011

Documento Científico sobre Captura de Carbono y Dióxido de Carbono. 2007

<http://www.textoscientificos.com/node/887>

Consultado: 29/06/2012

Características y estructura de la madera (2005).

www.textoscientificos.com

Consultado: 12/03/12

Centro de exportaciones e inversiones de Nicaragua.

www.cei.org.ni

Consultado: 25/02/12

Chan Martín, Mario H (2002) los defectos naturales en la madera aserrada. Universidad autónoma de Yucatán, México.

www.redalyc.uaemex.mx

Consultado: 28/03/12

Ciudad de Managua (2010)

www.inide.gob.ni

Consultado: 25/04/12

Composición típica de la madera.

www.cenunez.com.ar

Consultado: 16/04/12

Comparación, características de la madera.

www.monografias.com

Consultado: 17/04/12

Córdova, E (2003) Calidad Total en la gerencia de Recursos Humano de la empresa industrial año de Venezuela. Universidad de Oriente. Núcleo de Sucre. Venezuela.

DEMING, T (1989). Calidad, productividad y competitividad. Madrid: Ediciones Díaz Santos.

Factores que afectan el crecimiento de los árboles.

www.laesferaverde.cl/ar

Consultado: 28/03/12

Frances, Eduardo (2009). Cuida y protege tu instrumento de la humedad.
www.abetoyarce.com

Consultado: 19/04/12

Fuentes Salinas, Mario. Importancia de conocer el grado de humedad en la madera
www.comaco.com.mx

Consultado: 7/03/12

Fundación EROSKI. Humedad en la madera.

www.consumer.es

Consultado: 29/02/12

De Galiana, T. (1976). Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas. París. Larousse

Gómez Ihmaidan, Eduardo (2006) Análisis y contenido de humedad final de la madera
Universidad del Bío-Bío, Concepción – Chile.

www.ici.ubiobio.cl

Consultado: 12/04/12

González, L. (2003). Instrumentación para las telecomunicaciones – Sensores de humedad capacitivos. Barcelona, Trillas

González, Yani. Julio (2004). Estandarización de Unidades de Medida y Cálculo de Volúmenes de Madera. Departamento de Monitoreo y Seguimiento Forestal. Instituto Nacional Forestal

Hernández, A y Masa, M (2000). Las herramientas estadísticas del control de calidad como elemento competitivo para la gerencia moderna y sus aplicaciones prácticas. Venezuela, Universidad de los Andes.

Herramientas para el análisis y mejora de procesos (2008). Gobierno Federal de México.

www.funcionpublica.gob.mx

Consultado: 23/05/12

Herrera Alegría, Zoila (1993) Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. INAFOR, Departamento de Investigación Forestal/Laboratorio de Tecnología de la Madera.

Información de las especies madereras en el RAMA; RAAS.

www.elrama.info.ni

Consultado: 11/05/12

Información Geográfica Nicaragua.

www.pronicaragua.org

Consultado: 14/05/2012

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). Dirección General de Formación Profesional. Manual de Dasometría. Julio 2008.

www.inatec.edu.ni

Consultado: 29/06/2012

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). Dirección General de Formación Profesional. Manual de Aprovechamiento Forestal. Agosto 2008.

www.inatec.edu.ni

Consultado: 29/06/2012

Kometter, Roberto. Septiembre (2007). Metodología para Elaborar Tablas Nacionales de Conversión Volumétrica de Madera Rolliza en Pie a Madera Aserrada, Calidad de Exportación. Comisión Centro Americana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)

Leszczynski, M. (1979). La humedad, una gran amiga. E.U.A.

Manuales e instrumentos de medición.

www.pce-iberica.es

Consultado: 30/11/2011

Linausa, Wiley (2009) Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control.

Maquinarias de trabajo de madera y herramientas. (Lobo Power Tools)

www.smdllc.com

Consultado: 30/11/2011

Mejía C, Alejandro. Mayo (2005). Plan Estratégico para el Desarrollo de Plantaciones y Reforestación en el Trópico seco de Nicaragua. Ministerio Agroforestal (MAGFOR)

Mora, Nestor. Conceptos básicos y bases físicas para el secado de la madera. www.webdelprofesor.ula.ve

Consultado: 17/04/12

Norma Técnica Nicaragüense (NTN 18 001-09) Vocabulario de Madera. Comisión Nacional de Normalización Técnica de Calidad, Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC)

Consultado: 14/06/12

Norma Técnica Nicaragüense (NTN 18 002-08) Procedimiento para el Secado Natural de Madera Verde. Comisión Nacional de Normalización Técnica de Calidad, Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC)

Consultado: 14/06/12

Pedras Saavedra, Francisco. Secado de la madera; recomendaciones prácticas. Área de Innovación y Tecnología, Cis-Madera.

www.cismadeira.com

Consultado: 12/04/12

Peréz Castellon, Emilio. Propuesta de estrategia de fomento forestal.

www.magfor.gob.ni

Consultado: 14/05/12

Productos industriales de importación S.A.

www.piisa.com.mx

Consultado: 30/11/2010

Propiedades físicas.

www.elbricolajeenmadera.com.

Consultado: 16/04/12

Propiedades físicas de la madera. (2009)

www.zonaingenieria.com

Consultado: 19/04/12

Propiedades de la madera. www.aulatecnologia.com

Consultado: 12/03/12

Quiroz, Rodolfo. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera (2005)

www.redalyc.uaemex.mx

Consultado: 17/04/12

Real Academia Española, espasa-calpe 2001

www.rae.es

Representación FAO. Información sobre el país.

www.coin.fao.org/cms

Consultado: 13/12/11

Sistema de secado de un horno industrial.

www.ingenierialpl.com.ar/hornos

Consultado: 11/ mayo/ 2011

Ubicaciones geográficas de Managua.

www.infoguiamanagua.com

Consultado: 24/04/12

ANEXOS

Junio, 2012

Anexo N° 3. Datos obtenidos de toma de humedad, en forma de timbre y con el intervalo establecido (primera fase).

USO DEL HIGRÓMETRO EN EL INTERVALO ESTABLECIDOS (SUPERIOR E INFERIOR)						
ESPECIES Y GRADO DE HUMEDAD						
	A	B	C	D	E	F
TIMBRE 1	11	14	14	13	12	15
	12	14	13	13	12	14
	11	14	12	13	12	14
	13	14	11	13	12	14
	12	14	11	13	12	15
	12	14	11	14	12	15
	12	15	11	14	11	15
	15	15	11	14	11	15
	14	15	11	14	11	15
	16	15	11	14	11	15
	12	14	13	14	11	15
	12	14	12	14	11	15
	15	14	12	14	11	14
	14	15	12	14	11	14
	15	15	12	14	13	14
	12	15	13	14	13	14
	13	15	13	14	13	15
	14	15	13	14	13	15
	14	15	13	14	13	15
	13	15	13	14	13	15
TIMBRE 2	14	13	14	13	11	14
	14	13	14	13	11	14
	14	13	14	13	11	14
	14	13	14	13	11	14
	15	13	14	13	11	14
	15	14	14	13	11	14
	15	14	14	13	11	13
	15	14	14	15	11	13
	14	14	14	15	11	13

TIMBRE 3	14	14	14	15	11	14
	10	14	15	15	11	14
	10	14	15	15	12	14
	11	14	15	15	12	14
	11	14	12	15	12	15
	12	14	12	15	12	15
	13	14	12	15	12	15
	14	14	12	15	12	15
	15	14	15	15	12	15
	14	14	15	15	12	15
	13	14	15	15	12	15
TIMBRE 3	13	15	12	15	13	13
	13	15	12	15	13	13
	13	15	12	15	13	13
	13	15	11	15	13	13
	14	15	11	15	13	13
	14	15	11	15	13	13
	14	15	12	15	13	13
	14	15	12	15	13	13
	14	15	12	15	13	13
	14	15	13	15	13	13
	13	15	13	14	13	13
	13	15	13	14	13	13
	14	15	13	14	13	13
	14	15	13	14	14	13
	14	15	14	14	14	13
	14	15	14	14	14	14
	14	15	14	14	14	14
	14	15	14	14	14	15
14	15	14	14	14	15	
14	15	14	14	14	14	
TIMBRE 4	14	13	11	15	12	13
	14	13	11	15	12	13
	14	13	11	15	12	13
	14	13	11	15	12	13
	14	13	11	15	12	13
	14	13	11	15	12	13
	14	13	11	15	12	13
	14	13	11	15	12	13
	15	13	12	15	12	13
	15	13	12	15	12	13

	15	13	12	15	12	13
	14	13	12	15	13	13
	14	14	12	15	13	13
	14	14	12	15	13	13
	14	14	13	15	13	15
	13	14	13	15	13	15
	13	14	13	15	13	15
	14	14	13	15	13	15
	14	14	13	15	13	15
	14	14	13	15	13	15
	14	15	13	16	12	16
	14	15	13	16	12	16
	14	15	13	16	12	16
	14	15	14	15	12	16
	14	15	14	15	12	15
	14	15	14	15	12	15
	14	15	14	15	12	16
	14	15	14	15	12	16
	14	15	14	14	12	15
	15	15	14	14	12	15
	15	15	13	14	12	8
	15	15	13	14	13	8
	15	15	13	14	13	8
	14	15	13	14	14	8
	13	15	13	14	14	8
	13	15	13	14	13	16
	14	15	13	15	13	16
	14	14	13	15	14	16
	13	14	14	15	14	16
	13	14	14	15	14	16
PROMEDIOS (%)	13.64	14.31	12.81	14.46	12.37	13.92

**Anexo N° 4. Datos obtenidos de toma de humedad en madera aserrada
(segunda Fase)**

N° de Tabla	TOMA DE HUMEDAD EN MADERA ASERRADA (Aprovechando Centro de Timbre)					
	A	B	C	D	E	F
1	37	38	34	37	34	38
2	37	38	34	37	34	38
3	37	38	34	37	34	38
4	37	38	34	37	34	38
5	37	39	34	38	34	38
6	37	39	34	38	34	38
7	37	38	35	39	34	39
8	37	38	35	39	34	39
9	37	38	34	37	34	39
10	37	38	34	37	35	39
11	37	38	34	37	35	39
12	38	39	36	37	35	37
13	38	39	36	38	35	37
14	38	39	35	38	34	37
15	38	39	34	38	34	38
16	38	39	35	37	34	38
17	38	39	35	37	35	38
18	38	39	35	39	35	37
19	37	39	34	38	34	37
20	37	39	34	38	34	38
21	37	39	34	38	35	38
22	37	38	35	38	34	37
23	37	38	35	39	35	37
24	37	38	35	39	34	38
25	37	39	35	39	35	38
26	37	37	35	39	35	37
27	37	37	36	37	35	37
28	37	37	36	38	35	38
29	37	37	36	39	35	38
30	36	39	36	39	35	37
31	36	39	35	38	36	37

32	38	39	35	38	36	38
33	38	39	35	37	36	39
34	38	39	36	38	36	39
35	38	39	36	38	36	39
36	38	39	36	38	35	38
37	38	39	36	38	35	37
38	38	39	36	38	35	37
39	38	39	36	37	35	38
40	38	39	35	37	35	38
41	38	38	35	37	35	38
42	38	38	35	38	36	37
43	38	38	35	38	36	37
44	38	38	35	38	36	37
45	38	38	34	38	36	39
46	38	38	34	37	34	39
47	38	38	34	37	34	39
48	39	38	34	37	34	37
49	39	38	36	37	35	38
50	39	38	36	38	35	38
51	39	37	36	39	35	37
52	39	37	36	39	35	37
53	39	37	36	38	35	37
54	39	39	35	38	35	37
55	39	39	34	37	35	37
56	38	39	36	37	35	37
57	38	39	36	37	35	37
58	38	39	35	37	36	37
59	38	39	35	37	36	38
60	38	39	34	38	36	38
61	38	39	36	38	35	38
62	38	39	36	38	35	38
63	38	38	36	30	35	39
64	38	38	36	39	34	39
65	38	39	36	39	34	37
66	38	38	35	39	35	37
67	38	38	35	39	36	37
PROMEDIOS (%):	37.73	38.40	35.07	37.75	34.88	37.78

Anexo N° 5. Datos para elaborar gráfica de Diagrama de Dispersión.

Extensión de los datos para determinar correlación					
N° Muestra	Temperatura (x)	Humedad (y)	x²	y²	xy
1	30	37	900	1369	1110
2	30	37	900	1369	1110
3	30	35	900	1225	1050
4	40	33	1600	1089	1320
5	40	32	1600	1024	1280
6	45	28	2025	784	1260
7	45	26	2025	676	1170
8	45	25	2025	625	1125
9	55	20	3025	400	1100
10	55	17	3025	289	935
11	60	14	3600	196	840
12	60	10	3600	100	600
Totales	535	314	25225	9146	12900

N° Muestra	Temperatura	Humedad
1	30	37
2	30	37
3	30	35
4	40	33
5	40	32
6	45	28
7	45	26
8	45	25
9	55	20
10	55	17
11	60	14
12	60	11

**Anexo N° 6. Datos de Toma de Humedad en Producto Terminado
(Cuarta Fase)**

TOMA DE HUMEDAD EN PRODUCTO TERMINADO						
N° TOMA	A	B	C	D	E	F
1	12	10	11	10	12	11
2	12	10	11	12	12	11
3	12	10	11	11	12	10
4	13	11	11	11	12	10
5	13	11	10	12	11	12
6	12	11	10	11	12	12
7	12	11	10	11	12	12
8	12	12	11	12	12	11
9	12	12	11	11	12	12
10	12	12	11	11	12	12
11	11	12	11	12	12	12
12	11	12	11	11	11	12
13	11	12	11	11	11	11
14	11	10	11	9	11	11
15	12	10	11	12	11	11
16	12	10	11	10	11	11
17	12	10	11	12	11	11
18	12	11	11	12	11	11
19	12	11	11	12	11	11
20	12	11	11	12	10	10
21	12	11	11	12	10	10
22	12	11	12	12	10	9
23	11	12	12	12	9	12
24	11	12	12	11	11	12
25	12	12	12	12	11	11
26	11	12	12	12	11	12
27	11	12	12	12	11	11
28	11	12	12	12	12	12
29	12	12	12	12	12	11
30	12	12	12	12	12	12
31	12	12	12	12	12	12

32	12	10	12	12	12	11
33	12	10	12	12	12	12
34	12	10	12	12	11	12
35	10	10	12	12	12	11
36	10	11	12	12	12	10
37	10	11	12	11	12	12
38	11	11	12	12	10	11
39	11	11	12	11	12	12
40	11	11	12	12	12	12
41	11	11	12	11	11	11
42	11	11	10	11	11	12
43	13	11	10	12	10	12
44	13	12	12	11	9	12
45	13	12	12	11	12	12
46	13	12	11	10	11	11
47	10	12	11	10	12	12
48	10	12	11	11	12	12
49	10	12	11	11	11	12
50	9	12	9	10	12	12
51	9	12	12	10	12	11
52	9	12	12	12	12	12
53	12	12	12	11	11	12
54	11	10	12	12	9	10
55	12	10	9	12	12	11
56	12	12	10	9	12	11
57	12	12	12	12	12	12
58	11	11	12	12	11	12
59	11	11	12	11	12	12
60	12	12	12	12	12	12
61	11	12	12	12	12	11
62	11	12	12	12	12	12
63	12	12	12	10	11	11
64	12	12	12	12	12	12
65	11	12	11	12	12	12
66	10	11	11	11	11	10
67	11	11	11	12	11	12
PROMEDIOS:	11.43	11.30	11.36	11.40	11.37	11.40

Anexo N° 7. Cálculo de las Medias con Datos de Producto Terminado

TOMA DE HUMEDAD EN PRODUCTO TERMINADO						
n	A	B	C	D	E	F
1	12	10	11	10	12	11
2	12	10	11	12	12	11
3	12	10	11	11	12	10
4	13	11	11	11	12	10
5	13	11	10	12	11	12
Media 1	12.4	10.4	10.8	11.2	11.8	10.8
6	12	11	10	11	12	12
7	12	11	10	11	12	12
8	12	12	11	12	12	11
9	12	12	11	11	12	12
10	12	12	11	11	12	12
Media 2	12	11.6	10.6	11.2	12	11.8
1	11	12	11	12	12	12
2	11	12	11	11	11	12
3	11	12	11	11	11	11
4	11	10	11	9	11	11
5	12	10	11	12	11	11
Media 3	11.2	11.2	11	11	11.2	11.4
1	12	10	11	10	11	11
2	12	10	11	12	11	11
3	12	11	11	12	11	11
4	12	11	11	12	11	11
5	12	11	11	12	10	10
Media 4	12	10.6	11	11.6	10.8	10.8
1	12	11	11	12	10	10
2	12	11	12	12	10	9
3	11	12	12	12	9	12
4	11	12	12	11	11	12
5	12	12	12	12	11	11
Media 5	11.6	11.6	11.8	11.8	10.2	10.8
1	11	12	12	12	11	12

2	11	12	12	12	11	11
3	11	12	12	12	12	12
4	12	12	12	12	12	11
5	12	12	12	12	12	12
Media 6	11.4	12	12	12	11.6	11.6
1	12	12	12	12	12	12
2	12	10	12	12	12	11
3	12	10	12	12	12	12
4	12	10	12	12	11	12
5	10	10	12	12	12	11
Media 7	11.6	10.4	12	12	11.8	11.6
1	10	11	12	12	12	10
2	10	11	12	11	12	12
3	11	11	12	12	10	11
4	11	11	12	11	12	12
5	11	11	12	12	12	12
Media 8	10.6	11	12	11.6	11.6	11.4
1	11	11	12	11	11	11
2	11	11	10	11	11	12
3	13	11	10	12	10	12
4	13	12	12	11	9	12
5	13	12	12	11	12	12
Media 9	12.2	11.4	11.2	11.2	10.6	11.8
1	13	12	11	10	11	11
2	10	12	11	10	12	12
3	10	12	11	11	12	12
4	10	12	11	11	11	12
5	9	12	9	10	12	12
Media 10	10.4	12	10.6	10.4	11.6	11.8
1	9	12	12	10	12	11
2	9	12	12	12	12	12
3	12	12	12	11	11	12
4	11	10	12	12	9	10
5	12	10	9	12	12	11
Media 11	10.6	11.2	11.4	11.4	11.2	11.2
1	12	12	10	9	12	11
2	12	12	12	12	12	12
3	11	11	12	12	11	12

4	11	11	12	11	12	12
5	12	12	12	12	12	12
Media 12	11.6	11.6	11.6	11.2	11.8	11.8
1	11	12	12	12	12	11
2	11	12	12	12	12	12
3	12	12	12	10	11	11
4	12	12	12	12	12	12
5	11	12	11	12	12	12
Media 13	11.4	12	11.8	11.6	11.8	11.6
1	10	11	11	11	11	10
2	11	11	11	12	11	12
3	12	11	12	12	10	11
4	11	13	11	12	11	10
5	10	10	11	11	11	12
Media 14	10.80	11.20	11.20	11.60	10.80	11.00
Media de Medias	11.41	11.30	11.36	11.41	11.34	11.39

Anexo N° 8. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Cedro Macho)

Desviación Estándar Cedro Macho (A)							
Media	1	2	3	4	5	6	7
Media - Media de Medias	0.9857	0.5857	-0.214	0.5857	0.1857	-0.014	0.1857
Elevar al cuadrado	0.9716	0.3431	0.0459	0.3431	0.0345	0.0002	0.0345
Media	8	9	10	11	12	13	14
Media - Media de Medias	-0.814	0.7857	-1.014	-0.814	0.1857	-0.014	-0.614
Elevar al cuadrado	0.6631	0.6173	1.0288	0.6631	0.0345	0.0002	0.3773
Sumatoria de los Cuadrados	5.1571						
Sumatoria / m (13)	0.3967						
Raíz Cuadrada	0.6298						

Anexo N° 9. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Cedro Real)

Desviación Estándar Cedro Real (B)							
Media	1	2	3	4	5	6	7
Media - Media de Medias	-0.90	0.30	-0.10	-0.70	0.30	0.70	-0.90
Elevar al cuadrado	0.81	0.09	0.01	0.49	0.09	0.49	0.81
Media	8	9	10	11	12	13	14
Media - Media de Medias	-0.30	0.10	0.70	-0.10	0.30	0.70	-0.10
Elevar al cuadrado	0.09	0.01	0.49	0.01	0.09	0.49	0.01
Sumatoria de los Cuadrados	3.98						
Sumatoria / m (13)	0.30615						
Raíz Cuadrada	0.5533						

Anexo N° 10. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Cortez)

Desviación Estándar Cortez (C)							
Media	1	2	3	4	5	6	7
Media - Media de Medias	-0.56	-0.76	-0.36	-0.36	0.44	0.64	0.64
Elevar al cuadrado	0.3104	0.5733	0.1276	0.1276	0.1961	0.4133	0.4133
Media	8	9	10	11	12	13	14
Media - Media de Medias	0.64	-0.16	-0.76	0.04	0.24	0.44	-0.16
Elevar al cuadrado	0.4133	0.0247	0.5733	0.0018	0.059	0.1961	0.0247
Sumatoria de los Cuadrados	3.4543						
Sumatoria / m (13)	0.2657						
Raíz Cuadrada	0.5155						

Anexo N° 11. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Frijolillo)

Desviación Estándar Frijolillo (D)							
Media	1	2	3	4	5	6	7
Media - Media de Medias	-0.21	-0.21	-0.41	0.19	0.39	0.59	0.59
Elevar al cuadrado	0.0459	0.0459	0.1716	0.0345	0.1488	0.3431	0.3431
Media	8	9	10	11	12	13	14
Media - Media de Medias	0.19	-0.21	-1.01	-0.01	-0.21	0.19	0.19
Elevar al cuadrado	0.0345	0.0459	1.0288	0.0002	0.0459	0.0345	0.0345
Sumatoria de los Cuadrados	2.3571						
Sumatoria / m (13)	0.18132						
Raíz Cuadrada	0.4258						

Anexo N° 12. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Guapinol)

Desviación Estándar Guapinol (E)							
Media	1	2	3	4	5	6	7
Media - Media de Medias	0.46	0.66	-0.14	-0.54	-1.14	0.26	0.46
Elevar al cuadrado	0.209	0.4318	0.0204	0.2947	1.3061	0.0661	0.209
Media	8	9	10	11	12	13	14
Media - Media de Medias	0.26	-0.74	0.26	-0.14	0.46	0.46	-0.54
Elevar al cuadrado	0.0661	0.5518	0.0661	0.0204	0.209	0.209	0.2947
Sumatoria de los resultados	3.9543						
Sumatoria / m (13)	0.30418						
Raiz Cuadrada	0.5515						

Anexo N° 13. Datos para el Cálculo de la Desviación Estándar (Níspero)

Desviación Estándar Níspero (F)							
Media	1	2	3	4	5	6	7
Media - Media de Medias	-0.59	0.41	0.01	-0.59	-0.59	0.21	0.21
Elevar al cuadrado	0.3431	0.1716	0.0002	0.3431	0.3431	0.0459	0.0459
Media	8	9	10	11	12	13	14
Media - Media de Medias	0.01	0.41	0.41	-0.19	0.41	0.21	-0.39
Elevar al cuadrado	0.0002	0.1716	0.1716	0.0345	0.1716	0.0459	0.1488
Sumatoria de los Cuadrados	2.0371						
Sumatoria / m (13)	0.1567						
Raiz Cuadrada	0.3959						

Anexo 14. PEPSU

Proceso:	Fecha:
Objetivo:	Alcance:

PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	USUARIO

Anexo 15. Cuestionario de Diagnóstico del Proceso.

Este cuestionario consiste en una serie de preguntas abiertas y estructuradas para identificar la percepción que tiene el personal que opera el proceso de la efectividad de sus factores.

Se deben justificar las preguntas cuya respuesta inicial sea SÍ o No.

1. ¿Qué objetivo del proceso no se está cumpliendo?
2. De acuerdo a su percepción, ¿las características de los productos o servicios cumplen con los estándares establecidos?
3. De acuerdo a su percepción, ¿los productos o servicios satisfacen las necesidades de sus usuarios?
4. ¿El proceso tiene una clara relación con la misión, visión, objetivos estratégicos y políticas de la institución?
5. ¿Considera usted que el proceso cuenta con controles que permiten identificar variaciones en su desempeño?
6. ¿Se están ejecutando acciones de mejora en el proceso actualmente?
7. ¿Cuáles considera usted que son los problemas principales en el proceso seleccionado?
8. ¿Cómo considera usted que debería operar el proceso seleccionado (en cuanto a tiempo, costo, productividad, etc.)?
9. ¿Cuáles considera usted que son las diferencias entre la forma en que actualmente opera el proceso y la forma en que debiera operar?

Anexo 16. Unidades de conversión

1 m ³	=	424 pt	
1 m ³	=	0.8 fletes	
1 pulg ³	=	16.39 cm ³	
1 pie ³	=	0.028 m ³	
1fletes	=	1.25m ³	
1m ³	=	1,848.6 pv	
1pt	=	4.36pv	
1 tabla	=	pieza 1 pulg de grosor	
1 tablón	=	pieza de 1.5 a 3.5 pulg de grosor	
Timber	=	pieza de 8 pulg o más de por cara	
1 pulg	=	2.54 cm	
1 m	=	100 cm	
1 m ³	=	424 pies tablares	
1 m ³	=	250 pies doyle	
1 vara	=	0.84 metros	
1 vara	=	33 pulg	
1 vara	=	2.75 pie	
1 vara ³	=	0.588 m ³	
1 pulg vara	=	0.000542 m ³	
1 pie tablar	=	0.00236 m ³	
1 millar (mil) pie tablares	=	2.36 m ³	
1 pie	=	12 pulg	
1 pie	=	30.48 cm	
1 pie	=	0.305 m	
12 pie tablares	=	1 pie cúbico	
1 pie cúbico	=	0.0283 m ³	
1 flete	=	333 pie doyle	
1 pie tablar	=	4.36 pulg vara	
1 m ³ scc	=	0.95 m ³ ssc	} Latifoliada
1 m ³ scc	=	1.82 m ³ a	
1 m ³ ssc	=	1.91 m ³ a	
1 m ³ a	=	0.55 m ³ scc	
1 m ³ ssc	=	0.52 m ³ scc	
1 m ³ p	=	0.95 m ³ scc	

Anexo N° 17. Algunas Máquinas de Trabajo de madera y herramientas que utiliza MAPRENIC

➤ Máquina Lijadora WP - 2000



Características

Marco una pieza pesada fundición de hierro y base.

Asamblea fácil y precisa de los cuchillos.

Alta calidad por largo período de uso.

Rodillos superiores para devolver valores.

Tabla aumenta y disminuye fácilmente.

Engranaje impulsado por rodillos de piensos para alimentación libre de problemas.

Sellado de rodamientos de bolas de larga vida.

Cabeza de corte de precisión tres cuchillos.

Precisión pesado terreno estable de hierro fundido.

FPM 30 rápido rendimiento de la producción en masa.

3 Unidades de cinturones para la transferencia de máxima potencia.

Motor industrial para uso de durabilidad.

Anti-Kickback dedos para protección de la seguridad.

ESPECIFICACIONES	WP-2000	WP-2400
Área de tabla	21 "x 28"	24.8 x 28 pulg.
Max. Planeación de ancho	20"	24"
Max. Planeación de espesor	7"	7"
Mini. Planeación de espesor	½"	½"
Velocidad de cabeza de corte	5500 RPM	5500 RPM
Diámetro de la cabeza de la herramienta de corte	3-1/8"	3-1/8"
Cuchillo dimensiones (T x l x W)	1/8 "x 1-1/8" x 20 "	1/8 "x 1-1/8" x 24 "
Velocidad de alimentación	30 FPM	30 FPM
Max. Profundidad de corte	¼"	¼"
Mini. Planeación de longitud	10"	10"
Motor	5 HP, 3 PH, 230 V	7-1/2 HP, 3 PH, 230 V
N.W.	850 LIBRAS	1050 LIBRAS
G.W.	1100 LIBRAS	1250 LBS

➤ **Aserradero Manual Portátil**



CARACTERISTICAS Y BENEFICIOS DEL LT15

Posición del carruaje: Ajustado fácilmente por una manivela. La misma manivela mueve el cabezal verticalmente para cambiar los espesores de corte.

Gran Capacidad de Garganta: Permite cortes de hasta 23" (58.5cm.) de ancho.

Lo Mejor en su Clase en Seguridad para el Operador: Extensa *salvaguarda* y *combinación* embrague / freno

Secciones de Bancada: Cada sección posee cuatro niveladores integrales para rápido montaje.

Sistema de Ajuste: Permite cortar sobre 1" de la bancada.

Cabezal voladizo parcial: Con rodamiento externo reduce tanto el costo como el peso.

Brazo guía-sierra manual: Puede ajustarse fácilmente desde la posición del operador para estabilidad máxima de la sierra.

Calidad superior de pintura: Wood-Mizer usa solo la mejor pintura para una durabilidad extendida. Incluso pintamos el interior del cabezal lo que muestra nuestra atención por detalles.

Sistema de avance a cuerda: Wood-Mizer usa un sistema de alimentación a cuerda por requerir menos mantenimiento, pues no se oxida y es muy fácil conseguir su reemplazo. (Es solo ir a un almacén y comprarlo)

Chapado de zinc: Usado en varias áreas de desgaste para reducir el óxido y mejorar su durabilidad.

Dimensiones (sin trailer)	
Largo	4.2m (13'8")
Ancho	1.9m (6'3")
Alto	1.9m (6'3")
Peso	428kg (944lbs) (equipo estándar)
Capacidad Máxima de Corte	
Capacidad de Tronco	71 cm (28") diámetro, 3m (11') longitud
Velocidades de Producción*	Hasta 125* pies tabla por hora (equipo estándar)
Selecciones de Potencia	
Estándar	9.7kW (13HP) Gasolina
Opción	11.2kW (15HP) Gasolina
Opción	11.2kW (25HP) Gasolina
Opción	11.27.5kW (10HP) Diesel
Opción	11.27.5kW (19HP) Diesel
Opción	7.6kW (10HP) Motor Eléctrico
Características / Opciones	
Sierras	1mm (.042") Espesor x 32mm (1.25") ancho
Sistema de Avance	Manivela de Mano
Movimiento Vertical	Manivela de Mano
Extensiones de Bancada	Ilimitadas, cada sección de bancada mide 6'8" (2m)
Mangas de Bancada de Acero Inoxidable	No aplicable
Girador de trozas	No aplicable
Niveladores	No aplicable
Retorno de Tablas	No aplicable
Estación remota del Operador	No aplicable
Programador Automático de Medidas, Accuset	No aplicable
Huinche Manual	No aplicable
Descortezador	No aplicable
Cargador de Troncos	Manual (rampas opcionales)

➤ COMPRESOR INDUSTRIAL



Nombre: Compresor Industrial 5hp, 3f, tanque 500 l, 22 pcm

Código: fipi5hp50012e

Descripción: Compresor de aire industrial de 5 hp (5 cp), lubricado, 2 cilindros, cabezal de pistón recíprocante importado, de hierro vaciado, aire libre 22 pcm @ 810 rpm, presión máxima es 200 psi, motor siemens trifásico 220/440v, tanque horizontal de 500 l.

Actividades	Anexo 16. Cronograma de Actividades																															
	Meses (2011-2012)																															
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Localización y Autorización del Aserrío (MAPRENIC) donde se realizará el estudio.			X	X																												
Elaboración del Protocolo					X	X	X	X	X	X																						
Primera visita a MAPRENIC					X																											
Identificar los recursos, tipos de especie que posee y laboran.					X	X																										
Conocer y asimilar el Proceso Operativo.					X	X																										
Viaje a Rama											X																					
Visita MAGFOR Y MARENA											X																					
Visita Biblioteca UNAN-Managua											X																					
Diseño Metodológico											X																					

