



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PROTOTIPO DE TIJERALES USANDO MADERA
CHONTAQUIRO (DIPLLOTROPIS SP) APLICANDO LA NORMA
TECNICA PERUANA E.010 EN LA SELVA CENTRAL**

PRESENTADA POR

**LUIS ENRIQUE ESPINOZA URQUIZA
KEVIN KENT MACAVILCA CHUQUIZANA**

ASESORES

**ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
ARMANDO NAVARRO PEÑA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial – Compartir igual
CC BY-NC-SA**

Los autores permiten transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PROTOTIPO DE TIJERALES USANDO MADERA
CHONTAQUIRO (DIPLLOTROPIS SP) APLICANDO LA NORMA
TECNICA PERUANA E.010 EN LA SELVA CENTRAL**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**ESPINOZA URQUIZA, LUIS ENRIQUE
MACAVILCA CHUQUIZANA, KEVIN KENT**

LIMA – PERÚ

2018

Agradecer a Dios por la fortaleza y perseverancia para lograr nuestros objetivos.

A nuestros padres por ser el motor principal de nuestros logros.

Al Ing. José Carlos Cano por el apoyo
en el desarrollo de la investigación.

A nuestros asesores por la guía y
enseñanza brindada para la
culminación de la investigación.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCION	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situacion Problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Alcances y limitaciones	4
1.6 Vialidad de la investigación	4
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.2 Bases teóricas	8
2.3 Definición de términos básicos	29
2.4 Formulación de la hipótesis	31
CAPÍTULO III: METODOLOGIA	32
3.1 Tipo de investigación	32
3.2 Diseño de investigación	32
3.3 Nivel de investigación	32
3.4 Variables	33
3.5 Población y muestra	34

3.6 Técnicas de investigación	34
3.7 Materiales y equipos	34
3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.9 Procedimiento y análisis estadístico de datos	35
3.10 Cronograma de actividades	35
3.11 Presupuesto	35
CAPÍTULO IV: PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	
FISICOS Y MECANICOS	36
4.1 Ensayo de propiedades físicas y resultados	36
4.2 Ensayo de propiedades mecánicas y resultados	39
4.3 Agrupamiento estructural según Norma E.010	44
4.4 Análisis de resultados con tesis de "Melendez, M (2011)"	46
4.5 Comparación con otras especies	47
CAPÍTULO V: PROTOTIPO DE TIJERAL DE MADERA CHONTAQUIRO	48
5.1 Generalidades	48
5.2 Diseño del tijeral	49
5.3 Definición de cargas	50
5.4 Analisis interno de fuerzas	59
5.5 Calculo de fuerzas y esfuerzos de los elementos	61
5.6 Esfuerzo admisible	65
5.7 Verificación del analisis y diseño	65
5.8 Diseño definitivo	66
5.9 Diseño de uniones y conexiones	66
5.10 Resultados del modelamiento en SAP2000	70
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75
FUENTES DE INFORMACIÓN	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N° 1 Volumen de madera aserrada por región, 2012 al 2016.	9
Tabla N° 2 Perú: Producción de madera aserrada por especie, año 2016	10
Tabla N° 3 Volumen de madera rolliza por región, año 2008 al 2015	11
Tabla N° 4 Producción De Madera Rolliza Por Especie y Región,	12
Tabla N° 5 Escuadrías.	18
Tabla N° 6 Cuadro de producción de madera rolliza, SERFOR 2015	22
Tabla N° 7 Operacionalización de variables	33
Tabla N° 8 Tabla de nivel de precisión de CH (%)	37
Tabla N° 9 Resultados del contenido de humedad	37
Tabla N° 10 Resultados de densidad básica	39
Tabla N° 11 Propiedades Del Moe Y Esfuerzo Admisible	40
Tabla N° 12 Propiedades mecánicas de las maderas de Diplotropis sp	40
Tabla N° 13 Resultados del módulo de rotura	42
Tabla N° 14 Resultados de módulo de elasticidad	43
Tabla N° 15 Comparación de densidades según el grupo	45
Tabla N° 16 Comparación de esfuerzos y módulo de elasticidad	45
Tabla N° 17 Comparativo de resultados con tesis anterior	46
Tabla N° 18 Valores De diseño del grupo A	49
Tabla N° 19 Cálculo de longitud de elementos	58
Tabla N° 20 Cálculo de los esfuerzos máximos de diseño	59
Tabla N° 21 Esfuerzos Admisibles (Kg/Cm ²)	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Perú: Producción de madera aserrada / región, año 2016.	9
Gráfico N° 2 Producción de madera rolliza por Región, año 2016.	11
Gráfico N° 3 Partidas arancelarias según valor FOB.	14
Gráfico N° 4 Top de los 10 países destino de madera de exportación.	14
Gráfico N° 5 Top de los 10 empresas con mayor madera de exportación.	15
Gráfico N° 6 Cantidad de madera importancia.	15
Gráfico N° 7 Top de los 10 países de origen de importación de madera.	16
Gráfico N° 8 Top de los 10 productos con mayor cantidad de importación.	16
Gráfico N° 9 Gastos de la investigación.	35
Gráfico N° 10 Pre dimensionamiento de armadura tipo Howe.	47
Gráfico N° 11 Densidades básicas de otras especies.	49
Gráfico N° 12 Geometría de la planta del techo.	50
Gráfico N° 13 Especificaciones técnicas de cobertura de teja andina.	51
Gráfico N° 14 Carga distribuida del tijeral	56
Gráfico N° 15 Distribución de carga concentrada	57
Gráfico N° 16 Diagrama de cortantes del tijeral típico	60
Gráfico N° 17 Cargas paralelas al grano en todos los elementos	67
Gráfico N° 18 Cargas perpendiculares al grano (carga Q)	68
Gráfico N° 19 Uniones empernadas, cargas inclinadas.	68
Gráfico N° 20 unión metálica con pletina metálica.	69
Gráfico N° 21 Cuadro ingreso de datos de material y sesión del tijeral	71
Gráfico N° 22 Diseño de armadura	71

Gráfico N° 23 Cuadro de ingresar datos de cargas	72
Gráfico N° 24 Características de tipo armadura.	72
Gráfico N° 25 Análisis plano (X-Z)	73

ÍNCE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Matriz de consistencia.	80
Anexo N° 2 Constancia de identificación de la madera	81
Anexo N° 3 Cronograma de actividades.	82
Anexo N° 4 Informe de Laboratorio de Ensayos de Materiales, UNI.	83
Anexo N° 5 Certificado de calibración de la prensa universal.	88
Anexo N° 6 Diseño de armadura de madera típico.	90
Anexo N° 7 Tabla de propiedades de escuadría.	92
Anexo N° 8 Factores de forma(c).	93
Anexo N° 9 Mapa eólico de distribución de viento del Perú.	94
Anexo N° 10 Planos de cobertura - anchos tributarios	95
Anexo N° 11 Tabla de coeficiente de longitud y carga	96
Anexo N° 12 Tabla de cálculo de fuerzas internas - sap2000.	99
Anexo N° 13 Plano de planta de detalle de cobertura.	108
Anexo N° 14 Plano de sección del tijeral típico.	109
Anexo N° 15 Tabla de cargas admisibles para uniones empernadas.	110
Anexo N° 16 Panel fotográfico.	111
Anexo N° 17 Lista de maderas estructurales en el Perú.	116

RESUMEN

La presente investigación tiene como objeto el estudio de la especie maderable chontaquiro (*diplotropis sp*) para complementar y profundizar el conocimiento de sus características y propiedades, a fin de clasificarla de acuerdo a las normas técnicas nacionales vigentes y verificar su uso como material de construcción, aprovechando sus potencialidades comerciales.

Para este propósito se debe realizar el agrupamiento estructural de la madera según la norma E.010 mediante ensayos físicos, mecánicos y realizar un prototipo de tijeral, que es la construcción estructural común en la selva central.

La madera utilizada para estos ensayos fue proveída de la ciudad de Villa Rica, Pasco. Se realizaron 03 tipos de ensayos necesarios para la clasificación estructural de la madera en la norma: contenido de humedad, densidad básica y flexión estática para determinar el esfuerzo admisible y el módulo de elasticidad.

Con los resultados obtenidos se realizó un diseño de tijeral de madera para demostrar estructuralmente que es viable la madera chontaquiro para considerarla en los proyectos de construcción en la selva central, de donde proviene este tipo de especie forestal.

Palabras clave: madera chontaquiro, estructura tijeral, norma técnica.

ABSTRACT

The objective of present investigation is the study of the wood species Chontaquiro (*Diploptropis* sp) to complement and deepen the knowledge of its characteristics and properties in order to classify it according to the valid national norms, to know its aptitude for the use as material of construction and to announce his technological and commercial potentials.

For this reason, it is necessary to realize the structural grouping of the wood according to the norm E.010 standard must be carried out through physical and mechanical tests and realize a prototype of tijeral, which is the common structural construction in the central jungle of Peru.

The wood used for these tests were provided from the city of Villa Rica, Pasco, Peru. There will be 03 types of tests necessary for the structural classification of wood in the standard norms. These are the moisture content, basic density and static flexion to determine the allowable stress and modulus of elasticity.

With the results obtained there will be realized a design of a tijeral of wood to structurally demonstrate that chontaquiro wood is viable to consider in projects in the central jungle.

Key words: chontaquiro wood, prototype of tijeral, technique norm.

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado con la presente tesis que la especie forestal chontaquiro puede usarse como elemento estructural, para ello los ensayos físicos y mecánicos realizados en la madera, según la norma E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, es factible emplearla en un diseño de tipo tijeral.

La importancia de esta investigación se debe a que se incrementan nuevas especies maderables que permitirán mejorar el manejo sostenible de los bosques tropicales en todo el Perú, mediante un mejor empleo de los recursos forestales existentes y así evitar una extracción selectiva que delimita los recursos que tenemos.

En la selva central es muy común la construcción de casas de madera con cobertura de tipo tijeral, gracias a estas costumbres, a la mano de obra especializada y a la gran cantidad de recursos madereros de la zona, se reduce los costos de la comercialización para quienes construyen y además se genera un nicho de mercado nuevo.

En ese sentido, se podrá apreciar a continuación los capítulos en que se divide esta investigación: en el primero se refiere a la situación problemática, se formula los problemas, objetivos y justificación, el segundo referido a los antecedentes, los fundamentos teóricos y la hipótesis de la tesis, el tercero

referido a la metodología de la tesis, el cuarto referido a los ensayos físicos y mecánicos de la madera chontaquiro según la norma E.010 Madera y sus resultados, el quinto referido al diseño del tijeral de madera chontaquiro; se tomó en cuenta para el diseño la norma E.010 de madera y la norma E.020 de cargas. Asimismo también se utilizó como guía de diseño el Manual del Grupo Andino, finalizamos con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación Problemática

Los bosques de nuestro país cubren una superficie de 73 millones de hectáreas que representan el 57% de la superficie de territorio nacional. El 30% del territorio nacional es apto para la extracción de madera; es posible decir que el Perú es un país potencialmente forestal. Bajo este escenario, resulta interesante evaluar los tipos de madera como material estructural, donde se ha centralizado al hormigón y el adobe como materiales exclusivos para la construcción (Ordoñez & Lugo, 2016, p. 2).

En la selva central abunda la madera tipo chontaquiro la cual es favorable por uso estructural pero se tiene poco conocimiento de ella y no se aprovecha dicho material para la construcción. En la norma técnica peruana E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) no está incluida la madera tipo chontaquiro como elemento estructural, es por esto que no se considera para los proyectos de construcción en toda la zona de la selva central.

En la selva central existe mucha diversidad de especies de madera que se pueden emplear para proyectos de estructuras, pero solo se utilizan 5 especies que representan el 71% de la producción nacional. Existe mucha tendencia en esta zona de realizar construcciones o acabados de madera ya que se encuentra influenciada por las artes constructivas austro-alemanas del siglo XIX, y además este tipo de estructuras de techos a dos aguas permite

que fluyan las intensas lluvias, tal es el caso de los tijerales de madera como estructura que se utiliza en el 90% de las casas en la selva central. En la ciudad de Villa Rica las casas están construidas enteramente de la especie forestal chontaquiro y el tipo de estructura que utilizan como cobertura es de tijeral.

Hoy en día se ve claramente una influencia europea en las construcciones de estas zonas y no se está aprovechando la diversidad de nuestros bosques, se sigue comercializando madera de más alto valor comercial y con mayores problemas de traslado elevando los costos de construcción. Esto se debe en gran parte al desconocimiento de las propiedades tecnológicas y usos de un gran número de especies de valor potencial, por lo que la investigación, así como la difusión de la información con respecto a las nuevas especies de madera estudiadas, tienen una importancia significativa en el aprovechamiento integral de los recursos forestales. (Taboada, 2004, p. 6)

La diversificación del uso de distintas especies de madera ayuda a la no explotación de un solo tipo de madera y apoya a los distintos programas para el cuidado de los bosques. La diversificación es parte de un plan de gestión forestal sostenible que busca “(...) *salvaguardar y mantener los ecosistemas forestales y sus funciones, hasta aquellas que buscan favorecer especies de valor social o económico, o grupos de especies que permitan mejorar la producción de bienes y servicios del bosque (...)*” (FAO, 2018)

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Se podrá proponer la madera chontaquiro como elemento estructural en los proyectos realizados en la selva central?

1.2.2 Problema específico

- ¿Cómo promover el uso de la madera chontaquiro en los proyectos estructurales de construcción en la selva central?

- ¿Las propiedades de la madera chontaquiro cumple como elemento estructural según la norma técnica peruana E.010 para los proyectos en la selva central?

- ¿Cuál será el comportamiento estructural de la madera chontaquiro en el prototipo de tijeral en la selva central?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Demostrar que la madera chontaquiro se puede utilizar estructuralmente en los proyectos realizados en la selva central.

1.3.2 Objetivo específicos

- Difundir las propiedades físico-mecánicas de la madera chontaquiro para los proyectos estructurales en la selva central.

- Clasificar estructuralmente la madera chontaquiro aplicando la norma técnica peruana E.010.

- Analizar estructuralmente la madera chontaquiro en un prototipo de tijeral mediante el programa SAP2000.

1.4 Justificación de la investigación

La importancia de esta investigación se debe a que genera conocimiento nuevo, del uso de la madera “Chontaquiro” como especie nueva, permite ser considerado en los diseño de los proyectos ejecutados en la selva central.

La diversificación en el uso de esta madera permite generar una política de reforestación sostenible (se reducirán la explotación de maderas conocidas comercialmente), al ser incluido una especie más a la lista de maderas que son utilizados como elemento estructural en las diversas obras que se ejecuten en la selva central; esta diversificación de la madera también permitirá optimizar costos en la construcción.

Los beneficiados son los aserraderos o productores forestales ya que serán conocidas las buenas propiedades físico-mecánicas de la especie forestal “Chontaquiro”, aumentando la producción de esta especie, dando más diversificación en variedad de maderas y costos, tomando en consideración los proyectistas y autoridades de la zona en los proyectos venideros.

1.5 Alcances y limitaciones

El presente proyecto de investigación estuvo limitado por las dificultades al conseguir la madera ya que al no ser tan reconocida se debió visitar muchos aserraderos que puedan extraerla.

Los costos que irrigan la compra de la madera, trasladar la madera internamente en la ciudad y hacia Lima es algo que limita mucho el estudio. Al momento de recopilar información fue una limitante ya que hubo poca información de la especie “Chontaquiro”.

La madera fue conseguida en el aserradero “Tecnimaderas Cashato” ubicado en la ciudad de Villa Rica, Pasco. Los ensayos físicos se realizaron en los laboratorios de la Universidad San Martín de Porres y los ensayos mecánicos se realizaron en la Universidad Nacional de Ingeniería.

1.6 Viabilidad de la investigación

- **Viabilidad técnica:** se contó con mano de obra calificada para la ejecución de los ensayos, ensayos que se realizaron según indica la norma **E.010** de madera.
- **Viabilidad económica:** La presente tesis fue financiada íntegramente con los recursos de los autores. La Universidad San Martín de Porres y la Universidad Nacional de Ingeniería apoyaron en la ejecución de los ensayos de laboratorios. Este aporte sin fines de lucro impulsó la correcta realización del estudio.

- **Viabilidad Social:** No existen inconvenientes o impactos socio/ambientales negativos al realizar los ensayos de laboratorio correspondientes.
- **Viabilidad Operativa:** Los ensayos de laboratorio se realizaron con toma de muestras ejecutables y procesos estandarizados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Ordoñez, P. & Lugo Y. (2016), en su tesis de grado que tiene como título, “Estructuras de madera aplicadas al sector de la construcción en el Perú”, desarrollado en la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú; en esta investigación se evaluó a la madera “Pino Radiata” como elemento estructural para poder incentivar la promoción de nuevas especies diferentes a las actualmente comercializadas, lo que evitaría la extracción selectiva y la posible extinción de las más conocidas. Se realizaron ensayos mecánicos de flexión, resistencia a la compresión y perpendicular a la fibra y resistencia al corte paralelo a la fibra a la madera pino radiata. Con estos resultados se clasificó según la Norma E.010 Madera. Luego construyó un prototipo de vivienda a escala real de tres pisos para realizar los ensayos en el laboratorio de la católica y se constató mediante ensayos de laboratorio el comportamiento sísmico y luego se reafirmó mediante el modelamiento en el software SAP2000.

Ruiz, D. (2011) en su tesis de grado que tiene como título “Clasificación estructural de la madera "Higuerilla"(*Micandra spruceana*), desarrollado en la Universidad Nacional de Ingeniería; En esta investigación la madera “Higuerilla” fue extraída de 4 madereras ubicadas en la Av. Universitaria y Av. Naranjal distrito de Lima. Luego de conseguida la madera, se realizaron

ensayos físicos para 60 probetas de madera (30 para contenido de humedad y 30 para densidad básica) y ensayos mecánicos (Modulo de elasticidad) a 30 probetas de madera y 30 vigas de madera “Higuerilla” para poder clasificarla estructuralmente de acuerdo a la norma E.010 Madera. Los ensayos se realizaron en estado húmedo y las dimensiones de las probetas fueron de 5x5x75cm y para vigas 4x14x310cm. Los ensayos realizados en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería dieron resultados para las pruebas mencionadas y con estos mismos pudo clasificar a la madera “Higuerilla” en el grupo estructural “C” de la Norma E. 010. Los equipos utilizados para los ensayos fueron de 10 ton de capacidad y el deflectometro de 0.01 mm de precisión.

Estacio, R. (2008) en su tesis de grado que tiene como título “Clasificación estructural de la especie forestal azúcar huayo (*Hymenaea courbaril*), desarrollado en la Universidad Nacional de Ingeniería; En esta investigación la madera “Azúcar Huayo” fue extraída de los bosques de satipo, Junín. Los ensayos se realizaron en estado húmedo y las dimensiones de las probetas fueron de 5x5x70 (cm) y para vigas 4x14x300 (cm). Se realizó la clasificación visual para elegir las muestras aptas para el ensayo. Luego se realizaron ensayos físicos para 60 probetas de madera (30 para contenido de humedad y 30 para densidad básica) y ensayos mecánicos (Modulo de elasticidad) a 30 probetas de madera y 30 vigas de madera “Azúcar Huayo” para poder clasificarla estructuralmente de acuerdo a la norma E.010 Madera. Los ensayos realizados en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería dieron resultados para las pruebas mencionadas y con estos mismos pudo clasificar a la madera “Azúcar Huayo” en el grupo estructural “C” de la Norma E. 010.

Romero, C. (2016) en su tesis de grado que tiene como título “Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga”, desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú; Esta investigación consiste en el Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga” es el denominado “Poste y Viga”, el cual hace referencia a pórticos conformados por columnas y vigas peraltadas. La

vivienda se proyecta sobre un terreno de 96.2 m², ubicada en la zona sísmica 1 de la Norma E.030. Los elementos estructurales serán de madera estructural del grupo B y concreto armado para la cimentación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 La madera en el Perú

En Sudamérica, por la cantidad de bosque que existe se dice que es un recurso natural abundante y puede ser aprovechado para elementos constructivos. Se afirma que “los bosques tropicales de la subregión andina cubre aproximadamente el 47 % de la superficie (220 millones de hectáreas) constituyendo un ingente recurso para la obtención de madera para construcción. Se estima que hay alrededor de 2,500 especies forestales en esto bosques de las cuales 600 serían aptas para construir” (Manual De Diseño Para Maderas Del Grupo Andino, 1984, pág. 1-2).

2.2.1.1 Madera Aserrada en el Perú

La madera aserrada es el más simple de los productos de madera elaborada, el más fácil de producir y el que se utiliza desde hace mucho tiempo. “Como madera aserrada, se entiende la madera procedente del tronco del árbol, donde mediante su aserrado, se obtienen los elementos estructurales, Sin ningún otro tipo de transformación” (Orbe, 2010, pág. 15). Se podía indicar que la madera aserrada es generalmente cuadrada, es decir con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas. La madera tiene predeterminada medidas comerciales para distintos usos a nivel nacional.

2.2.1.1.1 Madera aserrada por región

Según la tabla N° 1, se observa que la producción de madera aserrada a nivel nacional durante el 2016 fue de 333,265.70 m³, siendo las regiones con más alta producción de madera aserrada, Loreto con 83,247.89 m³, en segundo lugar Ucayali con 73,782.49 m³, quedando Pasco en el tercer lugar con 59,537.94 m³.

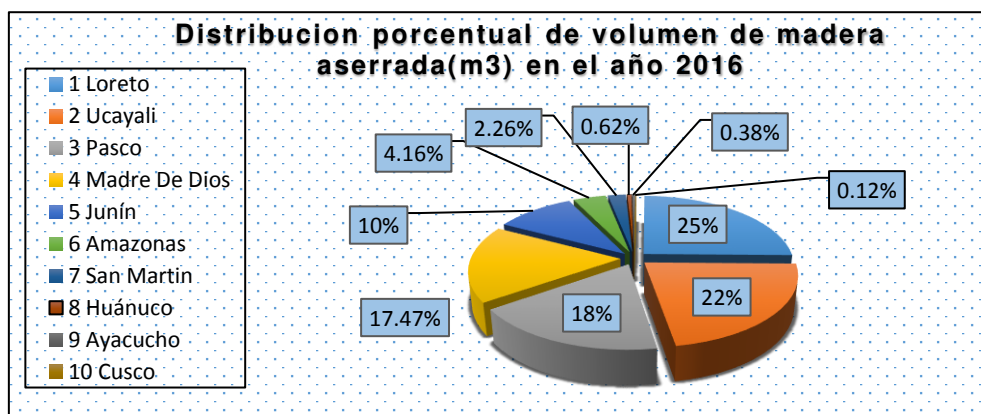
Tabla N° 1: Volumen de madera aserrada en m3 por región, año 2012 al 2016

N°	Región/Año	2012	2013	2014	2015	2016
1	Loreto	148,032.92	166,811.02	188,664	207,356.76	83,247.89
2	Ucayali	126,619.85	124,877.29	181,208	102,098.29	73,782.49
3	Pasco	40,407.61	18,144.81	25,438	12,173.45	59,537.94
4	Madre De Dios	145,787.77	103,151.27	113,433	168,661.07	58,233.40
5	Junín	109,603.29	84,331.46	80,273	57,532.07	33,310.21
6	Amazonas	157,15.78	14,162.44	11,665	12,744.19	13,872.73
7	San Martín	185,70.75	14,342.19	10,902	6,132.77	7,532.82
8	Huánuco	6,122.15	4,990.62	4,844	3,148.21	2,082.30
9	Ayacucho	9,003.14	2,249.25	5,341	4,205.88	1,255.16
10	Cusco	34,359.66	10,235.23	10,511	4,210.06	410.76
	TOTAL	654,222.92	543,295.58	632,279.00	578,262.75	333,265.70

Fuente: Ministerio de Agricultura y riesgo y SERFOR.

Se debe tener en consideración que los departamentos que tienen alta producción en madera aserrada son los mismos departamentos con alta producción de madera rolliza. Según el gráfico N° 1, el porcentaje de participación que tiene la región Pasco es del 18% con respecto al total de la producción del Perú.

Gráfico N° 1 Perú: Producción de madera aserrada por región, año 2016



Fuente: Ministerio de Agricultura y riesgo, SERFOR.

2.2.1.1.2 Madera aserrada por especie

Según se indica en la tabla N° 2, extraído de las bases estadísticas de SERFOR, notamos que la producción de la especie forestal Chontaquiro en el 2016 tuvo un volumen de 385.64 m3, esto pone en evidencia la abundancia de esta especie.

Tabla N° 2 Perú: Producción de madera aserrada por especie, año 2016

Región	Nombre común	Nombre científico	Total(m3) en el 2015	Total(m3) en el 2016
PASCO	Almendro	Caryocar amygdaliforme	195.06	213,20
	Ana caspi	Apuleia leiocarpa	40.13	27,08
	Cachimbo	Cariniana estrellensis	469.42	339,40
	Caimitillo	Pouteria caimito	422.99	61,85
	Caimito	Pouteria caimito	159.75	247,33
	Catahua	Hura crepitans	119.36	19,37
	Cedro virgen	Hura crepitans	225.51	24,61
	Chontaqui	Diploptropis sp	385.64	334,39
	Copaiba	Copaifera paupera	208.15	104,88
	Copal	Protium aracouchini	79.85	30,24
	Cumala	Virola calophylla	646.38	554,92
	Eucalipto	Eucalyptus globulus	102.03	1 531,35
	Higuerilla	Micrandra spruceana	843.44	1 048,67
	Huayruro	Ormosia amazonica	222.39	11,09
	Lupuna	Ceiba pentandra	361.19	38,11
	Machimango	Eschweilera coriacea	342.89	46,45
	Matapalo	Ficus crassiuscula	193.62	65,66
	Moena	Cinnamomum triplinerve	254.81	124,73
	Nogal	Juglans neotropica	43.61	15,02
	Palo blanco	Alseis peruviana	52.31	19,32
	Panguana	Brosimum utile	30.68	50 238,17
	Papelillo	Handroanthus ochraceus	32.85	19,04
	Pashaco	Albizia subdimidiata	465.97	357,67
	Peine de mono	Apeiba membranacea	42.45	10,23
	Pino	Pinus patula	200.47	91,48
	Pino chuncho	Pinus patula	97.61	66,27
	Quinilla	Pouteria glomerata	–	11,80
	Requia	Guarea kunthiana	116.04	23,80
	Roble	Nectandra cissiflora	604.76	754,34
	Shihuahuaco	Dipteryx odorata	62.54	44,04
	Shiringa	Hevea brasiliensis	125.85	96,25
	Tornillo	Cedrelinga cateniformis	536.52	817,89
	Tulpay	Clarisia biflora	79.06	53,32
Ulcumano	Retrophyllum rospigliosii	79.39	253,89	
Otras especies	–	174.58	353,78	

Fuente: Anuario "Perú Forestal en Números 2015 y 2016 – SERFOR

2.2.1.2 Madera rolliza en el Perú

2.2.1.2.1 Madera rolliza por región

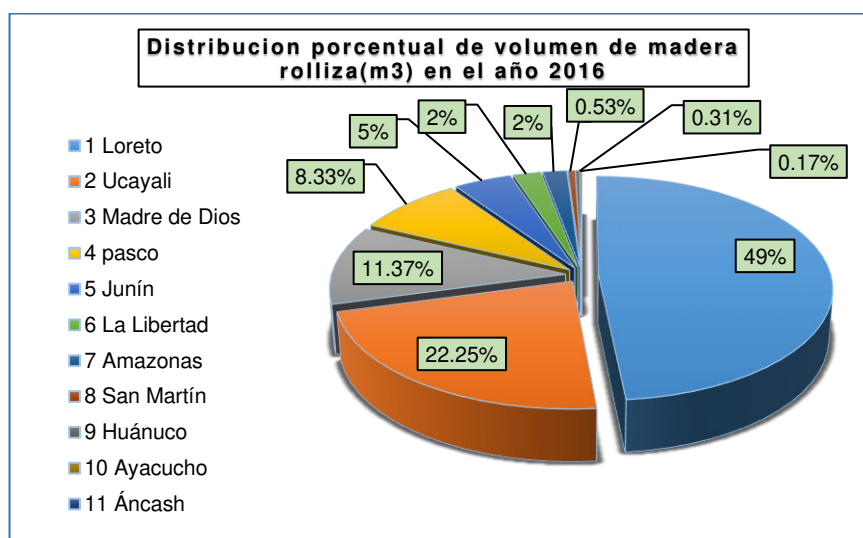
En la tabla N° 3, podemos notar que la producción de madera rolliza (m3), se desarrolla más en la región Loreto, siendo el mayor productor en la industria maderera en el 2016, quedando Pasco en el cuarto lugar, con una producción de 120,601.46 m3 de madera rolliza. Según la producción de madera rolliza por región, el grafico N° 2, muestra el porcentaje de participación que tiene cada una de las regiones, de la cual Pasco aporta en producción un 8% con respecto a un total del 100%.

Tabla N° 3 Volumen de madera rolliza en m3 por región del año 2008 al 2015.

N°	REGION / AÑO	2012	2013	2014	2015	2016
1	Loreto	662,266.61	714,038.32	845,124.00	903,893.57	702,189.75
2	Ucayali	459,136.81	285,394.87	302,599.00	245,094.18	322,192.07
3	Madre de Dios	280,460.26	311,064.23	274,762.00	323,829.25	164,738.72
4	Pasco	80,407.03	43,759.97	11,769.00	29,352.79	120,601.46
5	Junín	196,890.21	179,002.12	168,550.00	110,551.49	65,212.59
6	La Libertad	94,778.91	92,710.42	117,342.00	7,412.13	31,426.30
7	Amazonas	30,462.74	27,615.97	22,397.00	24,583.59	26,998.23
8	San Martín	35,655.84	25,068.13	25,077.00	19,269.77	8,106.97
9	Huánuco	12,835.73	20,873.29	25,236.00	6,044.56	4,446.00
10	Ayacucho	18,438.91	6,737.88	2,212.00	8,423.14	2,413.78
11	Áncash	56,632.03	63,023.48	47,335.00	61.25	40.84
	TOTAL	1,927,965.08	1,769,288.68	1,842,403.00	1,678,515.72	1,448,366.71

Fuente: Ministerio de Agricultura y riesgo.

Gráfico N° 2 Producción de madera rolliza por Región, año 2016



Fuente: Ministerio de Agricultura y riesgo, SERFOR.

2.2.1.2.2 Madera rolliza por especie

La producción de madera rolliza en la región de Pasco, corresponde a un total de **29,352.79 m³** para el año 2015 y un total de **120,601.46** para el año 2016, habiendo aumentado la producción considerablemente. Se puede observar que la producción de la especie Chontaquiro en esta zona de estudio, ha disminuido, sin embargo sigue siendo una de las especies que se produce en dicha zona.

Tabla N°4: Producción De Madera Rolliza Por Especie y Región, Año 2015

REGION	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL(M3) EN EL 2015	TOTAL(M3) EN EL 2016
Pasco	Almendo	Caryocar amygdaliforme	437.17	454.33
	Ana caspi	Apuleia leiocarpa	117.98	109.84
	Azúcar huayo	Hymenaea oblongifolia	257.09	35.51
	Cachimbo	Cariniana estrellensis	1,168.81	893.84
	Caimitillo	Pouteria caimito	1,420.84	693.21
	Caimito	Pouteria caimito	312.85	560.77
	Catahua	Hura crepitans	276.65	47.35
	Cedro virgen	Cedrela montana	432.97	47.33
	Chontaquiro	Diplotropis Ps	744.76	674.19
	Copaiba	Copaifera paupera	528.41	483.91
	Copal	Protium aracouchini	236.59	128.54
	Cumala	Virola calophylla	1,554.96	1,456.12
	Eucalipto	Eucalyptus globulus	195.9	2,944.91
	Higuerilla	Micrandra spruceana	1,637.33	2,016.67
	Huayruro	Ormosia amazonica	689.46	291.34
	Huimba	Ceiba lupuna	727.07	57.52
	Lagarto caspi	Calophyllum brasiliense	—	11.07
	Leche caspi	Sapium marmieri	71.59	47.33
	Lechero	Myrsine pellucida	166.1	38.16
	Lecherón	Myrsine pellucida	493.89	516.60
	Loro micuna	Myrsine pellucida	1,022.29	224.29
	Lupuna	Ceiba pentandra	900.27	460.13
	Marupá	Simarouba amara	366.67	45.31
Mashonaste	Brosimum rubescens	163.78	42.02	
Matapalo	Ficus crassiuscula	371.75	172.89	
Moena	Cinnamomum triplinerve	774.43	443.80	

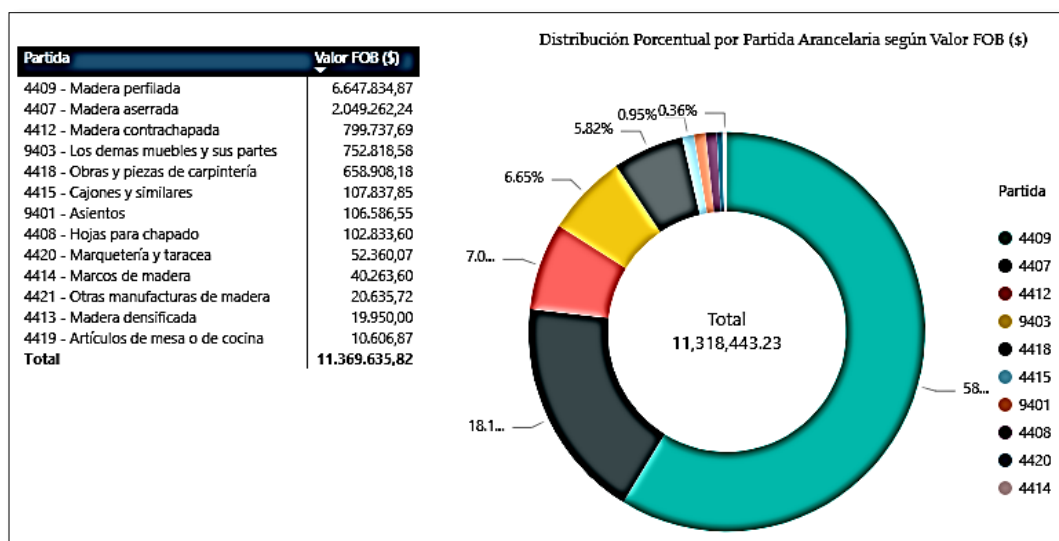
REGION	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL(M3) EN EL 2015	TOTAL(M3) EN EL 2016
Pasco	Nogal	Juglans neotropica	83.73	28,88
	Ojé	Ficus insipida	123.97	26.84
	Pacae	Ficus insipida	644.91	946.05
	Palo blanco	Alseis peruviana	100.44	40.23
	Panguana	Brosimum utile	–	97,092.89
	Papelillo	Handroanthus ochraceus	107.4	102.04
	Pashaco	Albizia subdimidiata	1,327.98	1 444.15
	Peine de mono	Apeiba membranacea	136.09	28.52
	Pino	Pinus patula	384.9	175.93
	Pino chuncho	Pinus patula	187.41	127.43
	Quillobordón	Aspidosperma parvifolium	208.34	64.84
	Quinilla	Pouteria glomerata	–	48,24
	Requia	Guarea kunthiana	309.51	143.73
	Roble	Nectandra cissiflora	1,161.13	1,579.63
	Shihuahuaco	Dipteryx odorata	162.75	130.80
	Shimbillo	Dipteryx odorata	216.32	53.33
	Shiringa	Hevea brasiliensis	340.37	311.34
	Tornillo	Cedrelinga cateniformis	1,145.37	1,612.36
	Tulpay	Clarisia biflora	190.21	164.81
	Ulcumano	Retrophyllum rospigliosii	152.43	488.24
Yacushapana	Terminalia amazonia	240.36	49,49	
Otras especies	–	381.97	1,643.47	

Fuente: Anuario "Perú Forestal en Números 2015 y 2016 – SERFOR

2.2.1.3 Exportación e importación de la madera en el Perú

Según los datos estadísticos extraídos de **SERFOR**, la exportación de productos maderables a marzo del 2018, según se puede apreciar en el **Grafico N° 3**, exportación de **madera aserrada** en valor monetario asciende a 6'295,052.15 dólares.

Gráfico N° 3 Partidas arancelarias según valor FOB (\$)

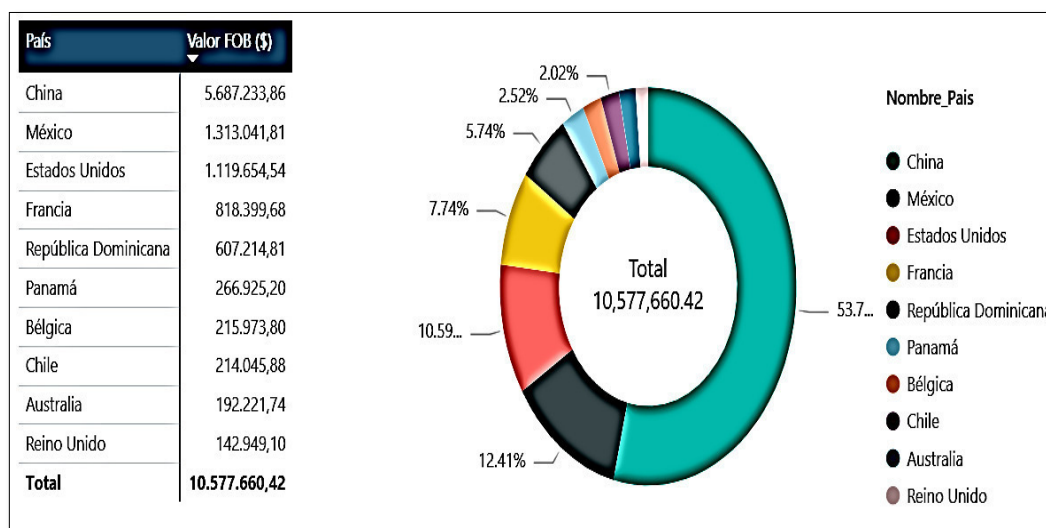


Fuente: Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR)

Fecha Actualizada del Reporte: 16/04/2018

Según los datos estadísticos extraídos de SERFOR, los 10 países que más exportan madera, según se indica en el Gráfico N° 4, es china con una cantidad de madera con un valor que asciende a 5'687,233.86 dólares, solamente en el mes de marzo del 2018, seguidamente le sigue México con un valor de 1'313,041.81 dólares.

Gráfico N° 4: Top de los 10 países destino de madera de exportación según valor



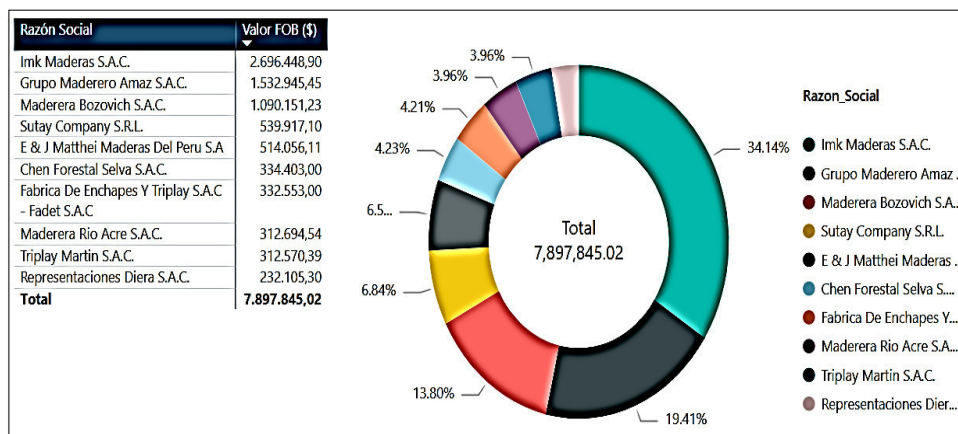
FOB (\$)

Fuente: Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR)

Fecha Actualizada Del Reporte: 16/04/2018

Según los datos estadísticos extraídos de SERFOR, las 10 empresas que más exportan madera al extranjero, están en el Grafico N° 5, se puede observar que Imk Madera S.A.C. es la que más se exporta.

Gráfico N°5 Top de los 10 empresas con mayor madera de Exportación

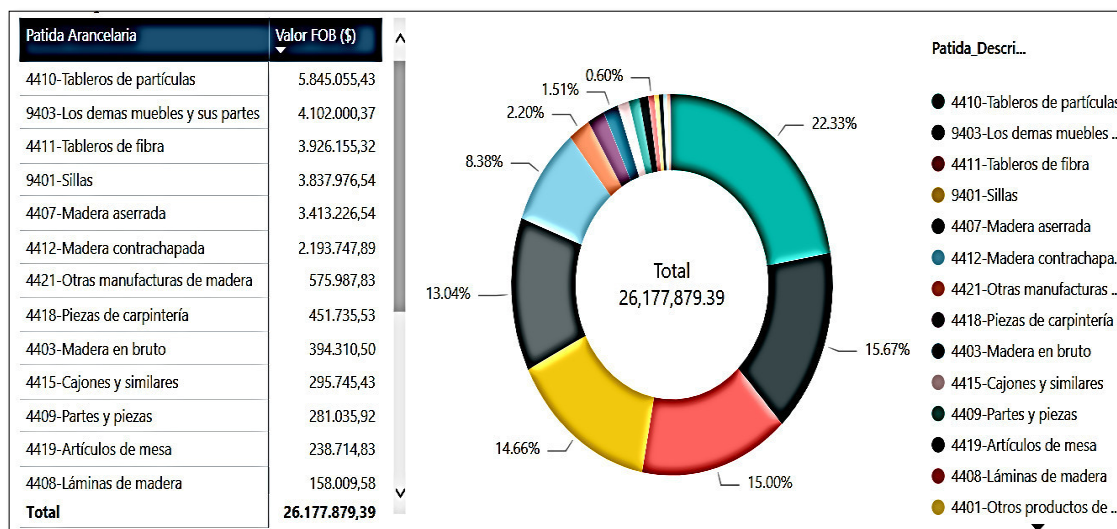


Fuente: Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR)

Fecha Actualizada Del Reporte: 16/04/2018

Según los datos estadísticos extraídos de SERFOR, la cantidad de madera importada a nuestro país, se aprecia en el Grafico N° 6, se ve que la madera aserrada se importó en un valor equivalente a 3'413,226.54 en el mes de enero del 2018.

Gráfico N° 6: Cantidad de madera importada

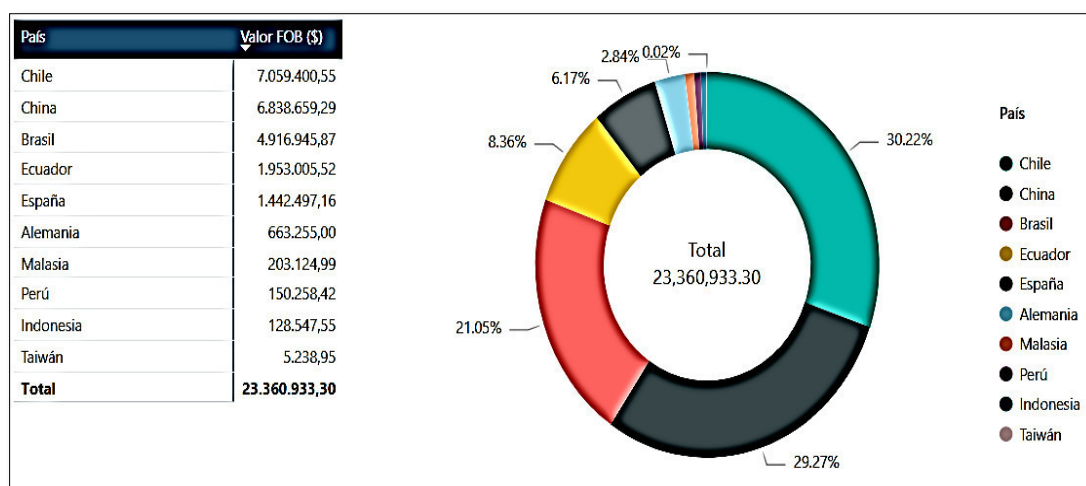


Fuente: Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR)

Fecha Actualizada Del Reporte: 16/01/2018

Según los datos estadísticos extraídos de SERFOR, los 10 países que importan madera del extranjero se aprecia en el Grafico N° 7, donde Chile es el que más importa, con un valor ascendente de 7'059,400.55 dólares y Perú se encuentra en el octavo lugar de importación con un valor de 150,258.42 dólares.

Gráfico N° 7: Top de los 10 países de origen de importación de madera

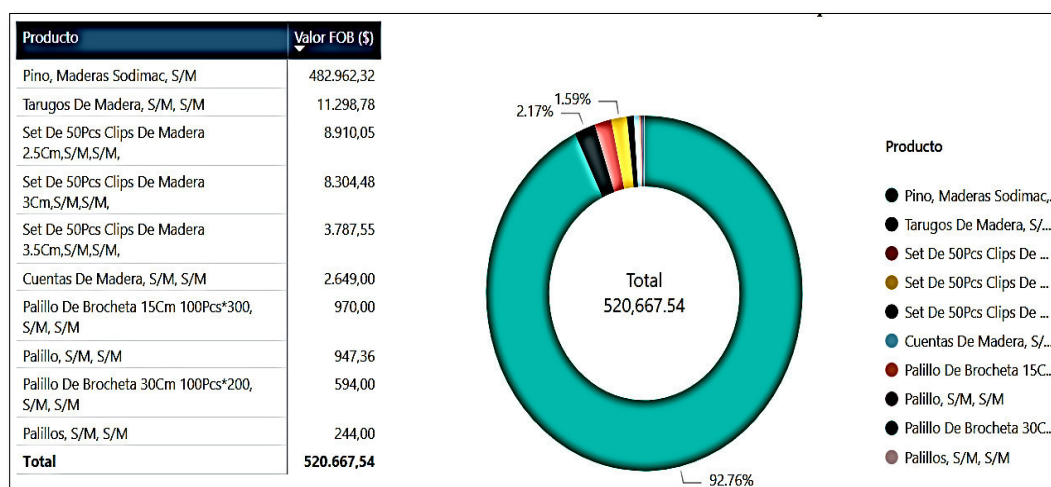


Fuente: Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR)

Fecha Actualizada Del Reporte: 16/01/2018

Según los datos estadísticos extraídos de SERFOR, los 10 productos de madera, con mayor cantidad de importación están en el Grafico N° 8, se puede observar que el pino es que predomina de entre todos, con un valor de 482,962.32 dólares y con una distribución porcentual del 92.76%.

Grafico N° 8: Top de los 10 productos con mayor cantidad de importación



Fuente: Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR)

Fecha Actualizada Del Reporte: 16/01/2018

2.2.2 La madera como material de construcción

La madera no estructural es un material necesario para hacer distintos tipos de elementos que ayudan en la construcción, la introducción de nuevas especies dentro del mercado maderero resulta importante para el trabajo en obra. Para esto también necesita cumplir con las siguientes propiedades:

- La resistencia al ataque de insectos y hongos
- Debe ser madera trabajable
- Resistencia al arranque o extracción de clavos
- El contenido de humedad de la madera debe ser menor a 15%

Entre las maderas más utilizadas en el sector construcción se encuentran el tornillo y cachimbo que se utilizan en su mayoría para estructuras, carpintería, ebanistería y puntales. También es muy conocido el uso del triplay utilizados mayormente para los encofrados. Es importante saber que para poder utilizar la madera en construcción primero esta debe ser secada naturalmente o mediante hornos para aprovechar sus propiedades físicas y mecánicas además para evitar las arqueaduras ya que la madera tiende a contraerse mientras pierde humedad.

Para el uso de la madera como elemento estructural debe cumplir con los parámetros indicados en la Norma Técnica E.010. Como todo elemento o material destinado para uso estructural deberá estar preparada para trabajar en compresión, tracción, flexión o una combinación de estas. Las dimensiones de cada pieza de madera deben de satisfacer el diseño, para lo cual fue modelada la estructura. La mejor madera para uso de tipo estructural se encuentra en aquella que está cercana a la base y corresponde a las primeras trozas. (Meza, 2010, p. 31)

Existen escuadrías estandarizadas para el uso de la construcción. Para estas medidas se deben considerar las condiciones de secado a la hora del aserrado. En la tabla N° 5 se puede ver las escuadrías:

Tabla N° 5: Escuadrías

Dimensiones (b x h) (cm)	Uso más frecuente
4 x 4	Pie - derechos
4 x 6.5	Pie - derechos, viguetas
4 x 9	Pie - derechos, viguetas, columnas
4 x 14	Viguetas, vigas
4 x 16.5	Viguetas, vigas
4 x 19	Viguetas, vigas
4 x 24	Viguetas, vigas
6.5 x 6.5	Columnas
6.5 x 9	Columnas, vigas
9 x 9	Columnas
9 x 14	Columnas, vigas
9 x 19	Vigas
9 x 24	Vigas
9 x 29	Vigas
14 x 14	Columnas
14 x 19	Vigas, columnas
14 x 24	Vigas
14 x 29	Vigas

Fuente: Manual del grupo Andino, JUNAC, 1984

Todas las dimensiones que se presentan son nominales y aserradas y secas, pudiendo aceptar como máximo las siguientes reducciones por cepillado.

2.2.2.1 Sistema de armadura de madera

En esta investigación se hará énfasis en el diseño de una armadura o tijeral de madera en base a la madera chontaquiro. En la selva central se utiliza mucho estos tijerales ya que normalmente se usa techo a dos aguas por las fuertes lluvias de la zona.

El sistema genera un espacio entre armaduras que puede ser utilizado para ductería eléctrica, de aire acondicionado o hasta almacén en algunos casos.

Según el **Manual de diseño del grupo andino (1984)** las ventajas y desventajas del sistema de armadura de madera son:

Ventajas:

- Por las características del sistema, el peso muerto es bajo resistiendo sobrecargas eficientemente.
- Cada uno de los elementos de una armadura puede ser diseñado y ubicado de tal manera que su capacidad final sea mucho mayor que el de una viga.
- Ofrece flexibilidad en el diseño, por la capacidad de cubrir grandes luces, eliminando la necesidad de disponer interiormente de paredes portantes.
- El sistema de armaduras puede significar un ahorro sustantivo de material dependiendo de la luz, pendiente y espaciamiento.
- Considerando que las armaduras son diseñadas para cada ocasión que van a ser usadas, es posible proponer condiciones de carga y formas estructurales especiales sin que esto represente mayores problemas.

Desventajas:

- El armado de tijerales muy pesados puede suponer a utilizar maquinaria pesada elevando los costos
- Algunos diseños de armaduras requieren mano de obra semi-calificada para el buen armado de estas.

2.2.3 Desarrollo forestal sostenible

Los bosques son esenciales para la estabilidad global del medio ambiente, la regulación del clima y contribuyen a los medios de vida y el desarrollo sostenible de las comunidades locales y nativas del país. Una de las preocupaciones para el Perú es la acelerada destrucción de los bosques, estimada en unas 150 000 hectáreas al año. Los bosques están amenazados por la inadecuada gestión forestal y el impacto del cambio climático.

Para hacer frente a estos desafíos es necesario reforzar la formulación e implementación de políticas y planes forestales mediante procesos participativos que tengan un carácter multisectorial. Se requiere fomentar buenas prácticas de manejo forestal sostenible que contribuyan a reducir la deforestación y la degradación de los bosques. Como hasta el momento, el Perú cuenta con limitada información sobre el estado de los bosques, es también esencial desarrollar nuevas metodologías para el monitoreo e inventario nacional de los bosques, el cual proporcionará información actualizada a ser incorporada en políticas, estrategias, planes forestales, etc.

En el **D.S 009-2013-MINAGRI** se aprueba la política nacional forestal y de fauna silvestre que tiene como objetivo promover la gestión eficiente de los recursos forestales y de fauna silvestre con enfoque de sostenibilidad a través de una adecuada gestión y administración del patrimonio forestal y de fauna silvestre.

En este decreto se indican 10 principios:

1. Gobernanza forestal.
2. Enfoque intersectorial.
3. Sostenibilidad en el aprovechamiento del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la nación.
4. Enfoque ecosistémico
5. Competitividad y productividad.
6. Equidad e inclusión social.
7. Interculturalidad.
8. Participación en la gestión forestal y de fauna silvestre.
9. Enfoque de género

En el principio 5 de **competitividad y productividad** indica lo siguiente:

“Las acciones públicas en materia forestal y de fauna silvestre deben contribuir a mejorar la competitividad del país, en el marco del desarrollo socioeconómico y la protección del interés público. La diversificación de los bienes y servicios del bosque, a través del manejo, transformación industrial,

conservación y ecoturismo, debe tender a lograr mayor rentabilidad y distribución de beneficios, promoviendo niveles de alta productividad” (Pág. 6)

La diversificación de especies de madera en el mercado forestal genera mayor impacto en cuanto al desarrollo forestal sostenible. El promover nuevas tecnologías, conocimientos científicos e innovación son parte de los soportes estratégicos para impulsar el desarrollo forestal sostenible. Para esto se necesita un buen análisis de mercado, cadenas productivas y requerimientos de demanda para nuevas especies o especies menos conocidas. El incluir una nueva especie de madera forestal generará mayor conocimientos en el mercado de maderas y se empezará a explotar nuevas maderas generando que las comercializadas actualmente reduzcan su porcentaje de explotación y así disminuye la deforestación hasta inclusive la tala ilegal de árboles.

2.2.4 Descripción general del “Chontaquiro” (Diplotropis sp)

Las características de la especie forestal “Chontaquiro” se encontraron en el libro “*Propiedades mecánicas de las maderas de Diplotropis sp., Otoba parvifolia, Peltogyne sp., Virola albidiflora y Vochysia sp. Provenientes de las cuencas de los ríos Nanay y Napo*” de Miguel Melendez Huerta. En este libro tenemos las siguientes características.

2.2.4.1 Descripción botánica:

El árbol alcanza más de 40 m de altura con aletas poco desarrolladas o sin ellas, tiene copa irregular de color verde claro; corteza externa de color castaño claro hacia la base y gris hacia la parte alta, de apariencia áspera, con fisuras superficiales y corteza vida de color amarillo.

2.2.4.2 Distribución y hábitat:

La especie es frecuente en la zona noroeste de la amazonia en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y probablemente al extremo norte de Brasil. En Perú podemos encontrarla en las regiones de Pasco, Loreto, Junín y Ucayali. En la región Pasco, donde se concentra el mayor porcentaje de área de la selva central, la producción de madera rolliza del

chontaqui es de 744.76 m³ que corresponden al 2.54% de producción de madera rolliza en todo Pasco. La madera más producida (la higuera) tiene un porcentaje de producción del 5.58%. Ver tabla adjunta.

Tabla N° 6: Cuadro de producción de madera rolliza, SERFOR 2015

Región	Especie	Total (m ³)
PASCO	Albizia	69.78
	Almendro	437.17
	Ana caspi	117.98
	Asta de venado	68.71
	Azúcar huayo	257.09
	Cabeza de mono	375.02
	Cachimbo	1168.81
	Caimitillo	1420.84
	Caimito	312.85
	Capirona	110.81
	Carahuasca	48.19
	Carapacho	68.44
	Catahua	276.65
	Cedro virgen	432.97
	Chayraparae	379.9
	Chimicua	38.24
	Chontaqui	744.76
Cipres	58.66	
Col de monte	62.45	

Fuente: SERFOR 2015

2.2.4.3 Anatomía de la madera:

La madera tiene grano entrecruzado; textura media; floema incluido; poros difusos; solitarios de forma ovalada y múltiples radiales de 2 a 3, medianos (167um de diámetro tangencial), muy pocos (3 poros por mm²), elementos vasculares medianos (417 um de longitud); parénquima paratraqueal vasicentrico y aliforme de tipo rombo, no estratificado de 5 a 8 septas por celular; con radios en la sección tangencial extremadamente bajos (altura promedio 418 um), predominante biseriados, muy finos (27 um de ancho), que en la sección radial son heterocelulares, formados por celular

procumbentes con una hilera marginal de células erectas, de 4 radios/mm (poco numerosos), heterogéneos tipo II, no estratificados; fibras libriformes largas (1606 μm), angostas (15 μm), de paredes muy gruesas (5,4 μm), o estratificadas, con punteaduras simples.

2.2.5 Normas Aplicables

Para poder clasificar estructuralmente y realizar el diseño de un tijeral de madera es necesario seguir ciertos procedimientos. Para la realización del estudio se han consultado las siguientes normas:

- Muestreo y Colección de Especímenes N.T.P. 251.008
- Acondicionamiento de las maderas N.T.P. 251.009
- Contenido de Humedad N.T.P. 251.010
- Densidad Básica N.T.P. 251.011
- Clasificación visual y requisitos N.T.P. 251.104
- Ensayo de Flexión Estática en Probetas N.T.P. 251.017
- Ensayo de Flexión en Vigas a Escala Natural N.T.P. 251.107
- Manual de diseño para maderas del Grupo Andino
- Norma E.010. Madera
- Norma E. 020 Cargas

2.2.6 Muestreo y colección de especímenes

La madera fue conseguida en el aserradero “Tecnimaderas Cashato” ubicado en el distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco. Los 15 especímenes para los ensayos de vigas a escala natural fueron recolectados de 05 árboles diferentes teniendo en cuenta la NTP 251.008.

Se procedió a aserrar la madera chontaquiro dándole las dimensiones de 4cm x 14cm de sección transversal y 300cm.de longitud para las vigas a escala natural

2.2.7 Clasificación visual de los especímenes

Las vigas de madera y las probetas que se usaron para ensayos fueron identificadas por el Ing. Forestal Manuel Chavesta. Ver Anexo N° 02.

La madera debe cumplir las siguientes características para ser aptas para uso estructural:

- **Grieta:** Son separaciones discontinuas y superficiales de aproximadamente un milímetro de separación y 2 a 3mm de profundidad
- **Escamadura:** Es la separación del leño entre dos anillos de crecimiento consecutivos
- **Rajadura:** Son separaciones naturales entre los elementos de la madera que se extienden en la dirección del eje de la pieza y afecta el espesor o dos puntos opuestos de una madera
- **Grano inclinado:** Es la desviación angular de las fibras de la madera en relación al eje longitudinal de la pieza
- **Nudo:** Es el área del tejido leñoso, resultante del rastro dejado por el desarrollo de una rama. Se dividen en Nudo sano, Nudo Hueco y Nudo arracimados.
- **Mancha:** Es el cambio de color de la madera producido por hongos que descomponen la estructura leñosa
- **Perforaciones:** Son agujeros causados por el ataque de insectos o larvas
- **Arista faltante:** Es la falta de madera en una o más aristas de la pieza
- **Abarquillado:** Es el alabeo de las piezas cuando las aristas o bordes longitudinales no se encuentran al mismo nivel que la zona central
- **Arqueadura:** Es el alabeo o curvatura a lo largo de la cara de la pieza
- **Encorvadura:** Es el alabeo o curvatura a lo largo del canto de la pieza
- **Torcedura:** Es el alabeo que se presenta cuando las esquinas de una pieza de madera no se encuentran en el mismo plano

Siguiendo cada uno de los requisitos de clasificación grupal, logramos utilizar 05 vigas aptas para los ensayos mecánicos.

2.2.8 Propiedades físicas

2.2.8.1 Contenido de humedad (CH)

El contenido de humedad es la cantidad de agua contenida en un material medida en base a análisis granulométricos o gravimétricos. El contenido de humedad en las maderas influye sobre las propiedades físicas y mecánicas variando los resultados obtenidos en los ensayos.

El contenido de humedad se encuentra bajo tres formas:

- **Agua libre** en el interior de las cavidades celulares
- **Agua higroscópica**, contenida en las paredes celulares
- **Agua de constitución**, inherente a su naturaleza orgánica.

Cuando la madera es expuesta al medio ambiente, empieza a perder agua iniciándose el proceso de secado. En este proceso se pierde primero el agua libre y después el agua higroscópica, el agua de constitución no se pierde sino por combustión de la madera. La cantidad de agua que contenta la madera se presente en tres estados: verde, seco y anhidro. La madera se denomina verde cuando ha perdido parte del agua libre, será madera seca cuando ha perdido la totalidad del agua libre y el agua higroscópica será madera anhidra cuando se pierde toda el agua libre y toda el agua higroscópica. Al término del intercambio del agua de la madera al medio ambiente se denomina Punto de Saturación de las fibras (PSF), con un CH entre 25-35%.

Para determinar la humedad en la madera, se calcula el siguiente cociente:

$$CH\% = \frac{PESO\ HUMEDO - PESO\ ANHIDRO}{PESO\ ANHIDRO} \times 100$$

El peso anhidro es conseguido mediante el uso de un horno a 103 ± 2°C, también se le llama peso seco al horno

En la norma técnica peruana 251.010 de contenido de humedad existen 04 métodos diferenciados entre primarios y secundarios para medir el contenido de humedad:

- Método **A**: Método primario de secado en estufa
- Método **B**: Método secundario de secado en estufa
- Método **C**: Método de destilación (secundario)
- Método **D**: Otros métodos secundarios

El método A es considerado como el único método primario y está diseñado para fines de investigación donde la máxima precisión es requerida.

Los métodos del B al D son métodos secundarios que permiten aplicar procedimientos relativamente simples para medir el contenido de humedad pero con menor precisión que el método A. Para esta investigación se realizaran los ensayos con el método A.

2.2.8.2 Densidad básica

Los ensayos de densidad básica fueron realizados en base a la Norma NTP 251.011. La densidad es la relación entre el peso y el volumen de la madera a un determinado porcentaje de contenido de humedad.

Para los ensayos de densidad básica se preparan probetas de 3cm x 3cm x 10 cm de longitud.

Se debe identificar el peso y el volumen de la muestra.

$$V = b \times h \times 1 (cm^3)$$

Las probetas deben ser sometidas a un secado previo en horno a una temperatura de $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta alcanzar el peso constante, aumentando la temperatura gradualmente.

Para el peso de la muestra se debe pesar directamente en la balanza luego del secado de la probeta.

La fórmula para hallar la densidad básica es la siguiente:

$$D.B = \frac{W_{an}}{V_{sat}} \left(\frac{gr}{cm^3} \right)$$

D.B = Densidad básica (gr/cm³)

W_{an}= Peso anhidrido de la muestra (gr)

V_{sat}= Volumen saturado de la muestra (cm³)

Para los resultados del ensayo de densidad básica se toma en cuenta la tabla para agrupamiento en base a la densidad básica de la norma E.010.

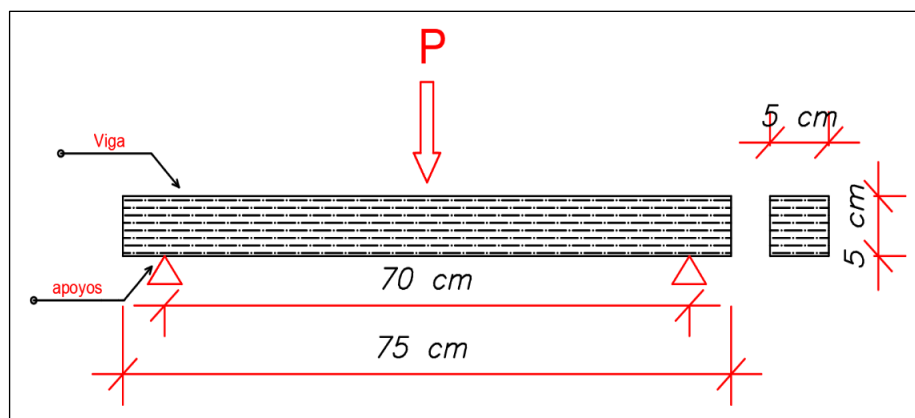
Grupo	Densidad Básica g/cm ³
A	≥ 0.71
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

Fuente: Norma E.010 Madera (2016)

2.2.9 Propiedades mecánicas

2.2.9.1 Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión de la madera es la capacidad portante que esta da, cuando un elemento está sometido a fuerzas transversales. La madera falla primero en la zona de compresión ya que la resistencia de compresión es menos a la de tensión. Esto hace que incremente las deformaciones en la zona comprimida que a su vez aumenta las deformaciones.



Esquema de aplicación de cargas y apoyos

Para los ensayos se requieren los siguientes equipos:

- Máquina de ensayo que permita apoyar la viga y se flexione sin restricciones.
- Capacidad mínima de equipo de 5000 kg.
- Bloques de carga
- Soportes laterales
- Planchas de apoyo
- Deformómetro con una aproximación a 0.1mm y una carrera mínima de 25mm.

La fórmula matemática que permite calcular el esfuerzo máximo en flexión se obtiene del análisis estructural de una viga simplemente apoyada con carga aplicada al centro de la luz, resultando lo siguiente:

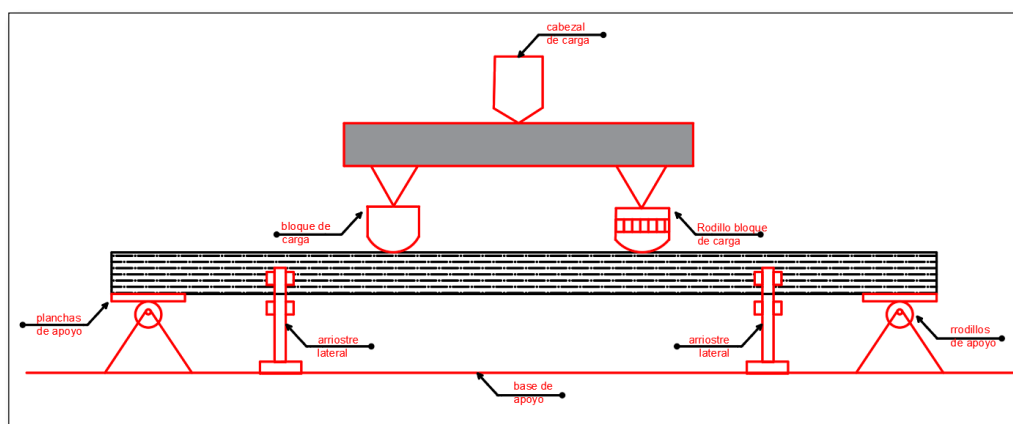
$$f_{m,u} = \frac{aFu}{2Z}$$

Donde:

a: distancia entre el punto de carga y el punto de apoyo de la viga, en milímetros

Fu: carga máxima, en Newtons

Z: módulo de la sección, determinado de las dimensiones actuales, en milímetros cúbicos



Esquema de aplicación de cargas y apoyos

2.2.9.2 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. El módulo de elasticidad de la madera se puede obtener mediante una curva esfuerzo-deformación o también se puede hallar mediante ensayos de flexión.

La fórmula matemática que permite calcular el Módulo de Elasticidad en flexión se obtiene del análisis estructural de una viga simplemente apoyada con carga aplicada al centro de la luz, resultando lo siguiente:

$$E_m = \frac{a * 1_1 * \Delta F}{16 * I * \Delta W}$$

Donde:

a: Distancia entre el punto de carga y el punto de apoyo en la viga, en milímetros

1₁: Luz para determinar el módulo de elasticidad, en milímetros

a: Ancho de la sección del elemento

ΔF: Incremento de carga por debajo del límite proporcional, en Newtons.

I: Momento de inercia de la sección, determinado de su dimensión actual, en milímetros a la cuarta potencia.

ΔW: Deformación bajo incremento de carga, en milímetros.

E_w: Módulo de elasticidad, en megaPascales.

Con estos datos podremos hallar el módulo de elasticidad y poder clasificar estructuralmente según la tabla.

2.3 Definición de términos básicos

a) Latifoliada

Son árboles de copa globosa, de dimensiones variables, con hojas de lámina amplia, expandida, que pueden ser caducas o perennes.

b) Coníferas

Las coníferas son normalmente árboles o pequeños arbustos cuyas estructuras reproductivas son llamadas conos (por la forma que tienen) y que son también conocidas como piñas.

c) Anhídridos

Término utilizado para describir la madera que no contiene agua. Una de las formas para hallarlo es secando las muestras en una estufa ventilada a $103^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}$, hasta la eliminación de la humedad.

d) Madera rolliza

La madera rolliza no se elabora antes de su uso y no se emplea como leña. Los usos a que se destina esta madera son, por lo general, sencillos y se trata casi siempre de un producto que tiene un valor unitario escaso como parte estructural o construcciones rurales.

e) Madera aserrada

La madera aserrada son piezas de madera maciza obtenidas por el aserrado del árbol, generalmente cuadradas, es decir con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas. La madera aserrada ofrece una amplia variedad de usos finales diferentes:

Puertas

Ventanas

Suelos interiores y exteriores

Revestimientos

Tabiques

f) **Correa:** elemento generalmente horizontal que se apoya perpendicularmente sobre las pares o sobre las viguetas de un techo.

g) Unión:

Es el resultado de juntar dos o más piezas, entre sí, haciendo de ellas un todo. Existen distintos tipos de uniones:

- Articulada: la que permite movimiento angulares de una pieza respecto a otra.
- Clavada: aquella que utiliza clavos como elemento de unión
- Empernada: aquella que utiliza pernos como elemento de unión
- Encolada: aquella que utiliza cola o pegamento similar como elemento de unión.
- Mecánica: aquella que utiliza elemento de unión mecánico tales como pernos, clavos, tornillos, espigas, cuerdas, etc.
- Química: aquella que utiliza elementos de unión químicos tales como pegamentos, colas, adhesivos, etc.

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La madera chontaquiro cumple con los parámetros estructurales requeridos en la norma E.010 del reglamento nacional de edificaciones.

2.4.2 Hipótesis específica

La madera chontaquiro tiene buenas propiedades físico-mecánicas para ser considerado en los proyectos realizados en la selva central.

La madera chontaquiro cumple como elemento estructural según la norma E.010, del reglamento nacional de edificaciones.

La madera chontaquiro tiene un buen desempeño en el análisis estructural del prototipo de tijeral en la selva central.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

Es aplicada por qué se va a proponer a la madera chontaquiro como un elemento de innovación en los diseños estructurales de madera en la selva central.

Tiene un enfoque cuantitativo ya que se van analizar procedimientos y resultados para poder definir si la madera chontaquiro funciona como elemento estructural según lo indicado en la norma E. 010 del reglamento nacional de edificaciones. Además se realizará un diseño de tijeral con las características de la madera chontaquiro.

3.2 Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño no experimental porque no se manipula la variable independiente (Norma técnica E.010) y se realizara los experimentos de acuerdo a lo indicado.

La investigación es longitudinal porque se realizaran ensayos físicos y mecánicos para obtener características de la muestra.

3.3 Nivel de investigación

Es descriptiva porque se ira describiendo paso por paso los procedimientos y resultados de cada ensayo realizado para luego poder clasificar estructuralmente la madera según la norma técnica peruana E.010.

Es exploratoria porque se darán a conocer características de la madera chontaquiro en la cual no se habían abordado adecuadamente.

Es observacional porque nuestra investigación depende de nuestra variante independiente que vendría ser la norma técnica peruana pero no podemos manipular los procedimientos o datos.

3.4 Variables

En la tesis se ha identificado el objeto de estudio, la variable dependiente y la independiente:

- **Objeto de estudio:** Realizar ensayos físicos y mecánicos a la madera chontaquiro para poder clasificarlo estructuralmente. Luego realizar un prototipo de tijeral con los datos obtenidos sobre la madera chontaquiro.
- **Variable dependiente:** “El uso de la madera chontaquiro estructuralmente” Esta variable dependerá de los resultados obtenidos en la variable independiente mediante los ensayos físicos y mecánicos.
- **Variable independiente:** “Norma técnica peruana E.010”. Esta variable dependerá los resultados de los ensayos físicos y mecánicos. Para luego representarlos en la variable dependiente.

3.4.1 Operacionalización de las variables

Se presenta la tabla 7, de operacionalización de variables.

Tabla 7: Operacionalización de variables

Variables	Índices	Escala de medición
Variable dependiente; "el uso de la madera chontaquiro estructuralmente"	Prototipo de tijeral de madera	Intervalo de Comparación y Predimensionamiento
Variable independiente "norma técnica peruana e.010"	Ensayos físicos	Intervalo Comparación Norma e.010
	Ensayos mecánicos	Intervalo Comparación Norma e.010

Fuente: Elaboración propia

3.5 Población y muestra

La población de la presente investigación es la especie Madera Chontaquiro la cual será utilizada para ensayos físicos (Contenido de humedad y densidad básica) y ensayos mecánicos (Modulo de elasticidad y resistencia a la flexión).

Para la muestra se realizaron 30 probetas de 3x3x10cm para ensayos físicos y 05 vigas a escala natural (5x14x300cm) para ensayos mecánicos.

3.6 Técnicas de investigación

Primero se realiza los ensayos físicos y mecánicos para definir la clasificación estructural de la muestra comparándola con la tabla de agrupamiento de la norma E 010. Según el agrupamiento determinado se realizará el predimensionamiento del tijeral. Se realiza el contraste de los resultados de la clasificación y del predimensionamiento con la hipótesis. Finalmente se determinan conclusiones de acuerdo a los resultados.

3.7 Materiales y equipos

En la presente investigación se emplearán los siguientes equipos para la realización de los ensayos físicos y mecánicos.

- Horno eléctrico marca orión para ensayos de contenido de humedad
- Balanza digital
- Prensa de flexión de madera de la marca AMSLER con una capacidad máxima de 5000 kgF para realizar los ensayos mecánicos.
- Deflectometro computarizado
- Software Sap2000

La fiabilidad y validez será analizada mediante el informe de resultados presentados por el técnico de laboratorio y el certificado anatómico de la madera por un Ing. forestal. El sap2000 nos arrojará resultados exactos del diseño del tijeral.

3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se realizó la técnica de observación experimental. Los datos obtenidos mediante los ensayos físicos y mecánicos fueron anotados en una hoja de registro de datos para luego poder analizarlos y compararlos. Los datos obtenidos en el software Sap2000 fueron importados a hojas en Excel.

3.9 Procesamiento y análisis estadístico de los datos

Los datos obtenidos fueron transferidos a una hoja de cálculo del software Microsoft Excel. En este software tenemos los datos de contenido de humedad de las muestras, densidad básica, los esfuerzos básicos y el módulo de elasticidad. Luego estos datos fueron expresados en graficas de Esfuerzo vs. Deformación de cada ensayo.

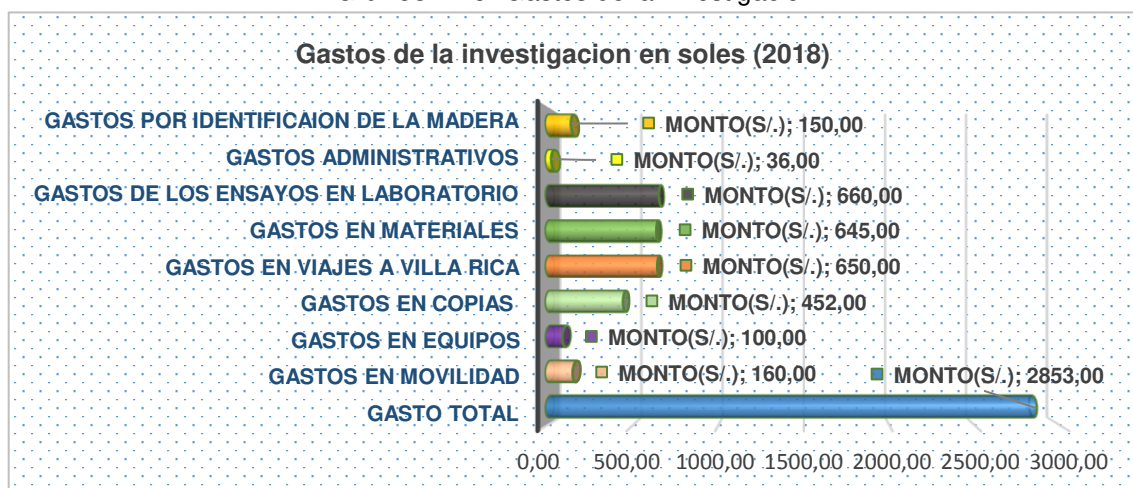
3.10 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades se puede apreciar en el Anexo 03

3.11 Presupuesto

Todos los gastos realizados para ir al sitio a revisar la madera, adquirir la madera, aserrar la madera, transportar la madera hacia lima, realizar los ensayos en laboratorios especializados, volver aserrar la madera y el transporte interno fueron asumidos al 100% por nosotros.

Grafico N° 9: Gastos de la investigación



Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO IV
PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
FISICOS Y MECANICOS

4.1 Ensayo de propiedades físicas y resultados

Los ensayos físicos de contenido de humedad y de densidad básica se realizaron en los laboratorios de la Universidad San Martín de Porres.

4.1.1 Contenido de humedad

Los ensayos se realizaron en base a la norma NTP 251.010 de contenido de humedad. De los restos de los ensayos de vigas a escala natural se tomó muestras de la zona no afectadas por la flexión y se prepararon prismas de 3x3cm de sección y 10cm de longitud.

Se utilizó el método A de la norma de secado en estufa ya que es el más preciso para la obtención de datos del contenido de humedad.

Las probetas fueron pesadas en estado húmedo una por una en una balanza digital para tener el peso exacto de cada probeta. Luego las probetas deben ser colocadas en pares de cuatro y a un tercio de la cavidad interna de la estufa eléctrica. Las probetas fueron colocadas en la estufa eléctrica a 103°C por un tiempo aproximado de 03 hasta que consiga su punto final.

Tabla N° 8: Tabla de nivel de precisión de CH (%)

Nivel de precisión de reporte CH (%)	Resolución mínima de lectura de balanza (mg)
0,01	1
0,05	5
0,1	10
0,5	50
1,0	100

Fuente: Norma E.010 (2016)

Luego de revisado el nivel de precisión, se debe anotar el peso final de las probetas para calcular el contenido de humedad.

En la tabla 10 se pueden ver los resultados obtenidos por los ensayos de contenido de humedad realizados en el laboratorio de la Universidad San Martín de Porres.

Tabla n° 9: Resultados del contenido de humedad

N° probeta	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
1	88.93	80.74	10.14
2	88.26	79.77	10.64
3	90.94	81.34	11.80
4	93.55	83.10	12.58
5	92.98	80.67	15.26
6	97.04	87.23	11.25
7	96.45	84.65	13.94
8	90.73	81.66	11.11
9	93.21	82.80	12.57
10	90.61	80.52	12.53
11	91.16	83.51	9.16
12	94.16	83.17	13.21
13	92.14	81.82	12.61
14	92.12	81.10	13.59
15	89.37	78.99	13.14
16	94.68	83.11	13.92
17	89.18	79.21	12.59
18	91.49	81.25	12.60

N° probeta	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Contenido de humedad (%)
19	94.29	84.24	11.93
20	92.25	81.82	12.75
21	92.83	81.24	14.27
22	89.73	78.72	13.99
23	92.27	81.68	12.97
24	91.84	82.91	10.77
25	92.42	82.70	11.75
26	92.20	82.34	11.97
27	93.20	81.48	14.38
28	87.42	78.70	11.08
29	89.65	80.18	11.81
30	90.18	82.10	9.84
PROMEDIO			12.34
DESVIACION ESTANDAR			1.44
COEFICIENTE DE VARIACION			11.67

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Densidad básica

Los ensayos se realizaron en base a la norma NTP 251.011 de densidad básica.

Al igual que en el ensayo anterior, de los restos de los ensayos de vigas a escala natural se tomó muestras de la zona no afectadas por la flexión y se prepararon prismas de 3x3cm de sección y 10cm de longitud.

El procedimiento comienza midiendo el volumen cada una de las probetas en estado húmedo en la balanza digital. Luego se procederá a colocar las probetas en la estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ para obtener el peso seco. Se retiran las probetas y se comienza a medir las secciones y longitudes de las probetas para tener el peso seco. El peso deberá ser medido en gramos y el volumen en centímetros cúbicos. Luego se anotan los resultados obtenidos.

En la tabla N° 10 se pueden ver los resultados obtenidos por los ensayos de contenido de humedad realizados en el laboratorio de la Universidad San Martín de Porres.

Tabla 10: Resultados de densidad básica

N° probeta	Peso seco (gr)	Volumen (cm ³)	Densidad básica (gr/cm ³)
1	79.73	97.06	0.82
2	79.39	95.02	0.84
3	79.99	94.55	0.85
4	77.85	96.10	0.81
5	81.37	93.93	0.87
6	78.34	97.06	0.81
7	77.84	93.93	0.83
8	79.48	93.47	0.85
9	85.93	97.06	0.89
10	85.90	96.10	0.89
11	82.33	96.10	0.86
12	88.77	95.50	0.93
13	86.44	97.06	0.89
14	80.40	94.55	0.85
15	78.66	97.06	0.81
16	81.54	97.06	0.84
17	83.18	97.06	0.86
18	81.39	93.47	0.87
19	79.40	96.58	0.82
20	83.23	97.06	0.86
21	80.83	95.50	0.85
22	85.40	95.02	0.90
23	79.40	93.93	0.85
24	79.38	97.06	0.82
25	85.92	97.06	0.89
26	79.08	93.93	0.84
27	80.16	95.50	0.84
28	78.88	96.58	0.82
29	80.73	93.49	0.86
30	82.17	95.50	0.86
PROMEDIO			0.85
DESVIACION ESTANDAR			0.03
COEFICIENTE DE VARIACION			3.49

Fuente: Elaboración propia

4.2 Ensayo de propiedades mecánicas y resultados

La madera tiene como propiedades el módulo de elasticidad y el esfuerzo admisible, el cual se representa en tres grupos la misma q se muestran en la tabla N° 12:

Tabla N° 11: Propiedades del MOE Y Esfuerzo Admisible

Grupo	Módulo De Elasticidad (kg/cm ²)		Esfuerzo Admisible Flexión (kg/cm ²)
	Emin	Eprom	
A	95 000	130 000	210
B	75 000	100 000	150
C	55 000	90 000	100

Fuente: Norma E.010 de madera.

En una investigación anterior se identificó las propiedades mecánicas de la madera chontaquiro. La cual vamos a hacer un comparativo de menor envergadura ya que se realizó en esta tesis ensayos de 05 vigas a escala natural.

Según la tesis de grado “Propiedades mecánicas de las maderas de *Diplostropis* sp., *toba parvifolia*, *Peltogyne* s., *Virola albidiflora* y *Vochysia* sp. Proveniente de las cuencas de los ríos Nanay y Napo”. Melendez, M. (2011) afirma que la madera chontaquiro (*Diplostropis* sp.) tiene las siguientes propiedades mecánicas mostradas en la tabla 12:

Tabla N° 12: Propiedades mecánicas de las maderas de *Diplostropis* sp

Propiedades	Und	<i>Diplostropis</i> sp
FISICAS		
CONTRACCIÓN		
Radial	%	4.60
Tangencial	%	7.00
Volumétrica	%	11.80
Relación t/r		1.50
Densidad básica		0.80
Densidad al 12%	g/cm ³	-
MECANICAS		
Contenido De Humedad	%	12%
FLEXION ESTATICA		
MOR	kg/cm ²	1449.00
MOE	t/cm ²	202.00
COMPRESION PARALELA		
RM	kg/cm ²	854.00

Propiedades	Und	Diplospis sp
Compresión perpendicular		
ELP	kg/cm ²	-
DUREZA		
Lados	kg/cm ²	969.00
Cizallamiento	kg/cm ²	138.00

Fuente: Meléndez, M (2011)

Con los datos de la siguiente tesis se realizará la comparación con nuestros resultados obtenidos. Se considerará solamente para comparar el contenido de humedad, la densidad básica, el módulo de rotura y el módulo de elasticidad ya que son los resultados que requiere la norma para el agrupamiento de la madera.

4.2.1 Ensayo de flexión estática para vigas a escala natural (5x14x300cm)

Para la realización de este ensayo se ha tomado como referencia la NTP 251.107, los datos obtenidos se realizaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Se identificaron las vigas enumerándolas y colocando cuidadosamente en el equipo para flexión de maderas. Luego de puestas las vigas, se instaló el equipo deformómetro digital y una pesa digital en una de las cargas para determinar los datos de esfuerzo y deflexión por computadora.

Se determinó el contenido de humedad a la hora de hacer el ensayo con un medidor de pines aislados. Este aparato arrojó que el punto de saturación de las fibras varía de 30% a 33%, con el cual se puede concluir que las vigas fueron ensayadas en condición húmeda.

Con los datos obtenidos se procede a realizar la curva Carga VS Deformación, estos datos se pueden apreciar mejor en el informe del LEM (Ver Anexo 04) y posteriormente determinar los módulos de rotura y elasticidad.

En la tabla 13 se aprecia los resultados obtenidos para el módulo de rotura, en el laboratorio de ensayo de materiales.

Tabla 13: Resultados del módulo de rotura

N° PROBETA	b (cm)	h (cm)	L (cm)	a (cm)	Z (cm³)	Fu (Kg)	MOR (Kg/cm²)
01	5.00	14.00	300.00	76.00	163.33	2898.00	674.23
02	5.00	14.10	300.00	76.00	165.68	2623.00	601.62
03	4.98	14.00	300.00	76.00	162.68	3535.00	825.73
04	4.98	14.30	300.00	76.00	169.73	3166.00	708.83
05	5.00	14.00	300.00	76.00	163.33	3528.00	820.80
PROMEDIO							726.24
DESVIACION ESTANDAR							96.67
COEFICIENTE DE VARIACION							13.31
5% PERCENTIL							689.93

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la flexión de las vigas está dado por el esfuerzo máximo promedio de las muestras; de esta manera se tiene lo siguiente:

$$\text{MOR Promedio} = 726.24 \text{ kg/cm}^2$$

Para poder hallar el esfuerzo admisible se debe primero hallar el esfuerzo mínimo correspondiente al límite de exclusión del 5%.

$$\text{MOR Mínimo (5\%)} = 689.93 \text{ kg/cm}^2$$

Luego de hallado el esfuerzo mínimo, pasamos a hallar el esfuerzo admisible.

Para determinar el esfuerzo admisible se debe utilizar la siguiente formula:

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{F.C * F.T}{F.S * F.D.C} * \text{Esfuerzo basico minimo}$$

Donde:

FC: Coeficiente de reducción por calidad.

FT: Coeficiente de reducción por calidad

FS: Coeficiente de seguridad

FDC: Coeficiente de duración de carga

Los valores a considerarse según la norma E.010 son:

F.C: 0.80

F.T: 0.90

F.S: 2.00

F.D.C: 1.15

Reemplazando en la ecuación tenemos que:

$$\text{Esfuerzo admisible} = 215.98 \text{ Kg/cm}^2$$

Para el módulo de elasticidad los resultados han sido obtenidos con las mismas consideraciones estadísticas que para los esfuerzos de rotura. De esta manera el valor del módulo de elasticidad mínimo (E_{\min}), estará dado por el correspondiente al límite de exclusión del 5%, y el valor del módulo de elasticidad promedio (E_{prom}).

En la tabla 14 se aprecia los resultados obtenidos para el módulo de elasticidad, aquí se indican las dimensiones de las 5 vigas a escala natural, el momento de inercia, el desplazamiento por deflexión, con estos valores de a determino el **MOE** promedio de las vigas, la desviación estándar y el coeficiente de variación, cabe recalcar que estos ensayos están indicados en el anexo N° 04 de la presente investigación.

Tabla 14: Resultados de módulo de elasticidad

N° VIGA	b (cm)	h(cm)	a (cm)	L ₁ (cm)	ΔF (kg)	I (cm ⁴)	Δ _w (cm)	MOE Kg/cm ²
1	5.00	14.00	76.00	252.00	815.00	1143.33	0.957	203995.00
2	5.00	14.10	76.00	252.00	865.00	1168.01	1.00	193818.00
3	4.80	14.00	76.00	252.00	857.00	1138.76	1.06	180813.00
4	4.80	14.30	76.00	252.00	776.00	1213.55	1.07	164997.00
5	5.00	14.00	76.00	252.00	724.00	1143.33	0.75	228950.00
PROMEDIO								194514.60
DESV. ESTANDAR								24161.86
COEFICIENTE DE VARIACION								12.42
5% PERCENTIL								184788.87

Fuente: Elaboración propia

El módulo de elasticidad promedio de las vigas es el siguiente:

MOE Promedio = 194514.60 kg/cm²

Se halla también el módulo de elasticidad mínimo al 5% de exclusión.

MOE Mínimo (5%) = 184788.87 kg/cm²

4.3 Agrupamiento estructural según norma E.010

El agrupamiento es un ordenamiento a base de la resistencia y no implica alguna ventaja de un grupo con respecto a los otros grupos. Ningún grupo es superior o inferior al otro, solamente son de características distintas.

En algunos casos los resultados obtenidos de densidad o esfuerzos no corresponden a los límites de los grupos, pero en un futuro se podría crear un grupo nuevo con diferentes parámetros.

La incorporación de nuevas especies maderables para uso estructural ofrece al usuario una mayor variedad de especies utilizables. Con estas incorporaciones se busca promocionar nuevas especies con características similares o mejores a las ya existentes en el mercado. Un objetivo de esto es evitar la extracción selectiva y la posible extinción de las maderas conocidas o mayormente comercializadas.

Para el agrupamiento de la especie primero se debe identificar la madera en forma botánica y se efectúa la descripción anatomía de la madera. En el apartado 2.2.4 se describe la anatomía y forma botánica de la madera por lo tanto haremos un resumen de aquello.

Identificación botánica:

- Nombre científico : Diplotropis sp
- Nombre común : Chontaquiro
- Familia : Fabaceae

Descripción anatómica

- Color : Marrón oscuro en la parte externa y marrón claro en la parte interna
- Brillo : Medio
- Veteado : Entrecruzadas

Luego de identificada la madera, se toma en cuenta para un agrupamiento es la densidad básica. Los resultados obtenidos se comparan con la tabla de densidades.

Tabla N° 15 Comparación de densidades según el grupo.

Grupo	Densidad Básica g/cm ³	D.B Chontaquiro
A	≥ 0.71	0.85

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla N° 15 podemos determinar que provisionalmente la madera chontaquiro se encuentra en el grupo "A".

Los valores **obtenidos** de los ensayos a vigas naturales para el módulo de elasticidad (MOE) y esfuerzo admisible por flexión (F_{adm}).

- Especie : **Chontaquiro (Diplotropis sp)**
- Esfuerzo admisible : $F_{adm} = 215.98 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad : $MOE_{prom} = 194514.60 \text{ kg/cm}^2$
: $MOE_{min} = 184788.87 \text{ kg/cm}^2$

Con estos resultados realizamos la comparación según la tabla 16 con los valores de la norma E.010.

Tabla N° 16: Comparación de esfuerzos y módulo de elasticidad

N° probeta	Grupo A	Chontaquiro
Esfuerzo Admisible	210	215.98
MOE promedio	130,000	194,514.60
MOE mínimo	95,000	184,788.87

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados podemos concluir que la especie forestal Chontaquiro (*Diploptropis* sp) pertenece al grupo estructural A, ya que los valores obtenidos en el módulo de elasticidad y de esfuerzo admisible indican que se debe agrupar en el grupo A al igual que los valores del grupo provisional obtenido por densidad.

4.4 Análisis de resultados con tesis de Melendez, M (2011)

Los resultados obtenidos nos indican que la madera debe ser clasificada en el grupo estructural A de la norma E.010. Pero estos resultados se basan en 05 vigas cuando la norma manda a realizar ensayos a 30 vigas.

En la tesis de grado “Propiedades mecánicas de las maderas de *Diploptropis* sp., *toba parvifolia*, *Peltogyne* s., *Virola albidiflora* y *Vochysia* sp. Proveniente de las cuencas de los ríos Nanay y Napo”. Melendez, M. (2011) nos ratifica que la madera chontaquiro debe agruparse en el grupo A.

Tabla N° 17 Comparativo de resultados con tesis anterior

Descripción	Grupo A	Resultados investigación chontaquiro	Resultados tesis Meléndez
DENSIDAD BASICA (gr/cm ³)	≥0.71	0.85	0.8
ESFUERZO ADMISIBLE (kg/cm ²)	210	215.98	453.60
MOE promedio	130,000	194,514.60	202,000.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N° 17 el esfuerzo admisible es mayor ya que en dicha tesis se realizó con probetas de 5 x 5 x 75 cm obteniendo como resultado un esfuerzo mayor debido a la sección menor.

Utilizando la fórmula para hallar el módulo de elasticidad podemos apreciar que el resultado de la tesis de MELENDEZ, M (2011) es parecido a nuestros resultados obtenidos ya que el valor del MOE depende de la inercia de la sección y nos da un resultado similar lo que se puede decir que la especie en estudio corresponde a la madera chontaquiro.

Esto quiere decir que nuestra investigación como estudio preliminar se ratifica con los datos obtenidos en la tesis de MELENDEZ, M (2011) confirmando que la madera chontaquiرو se debe agrupar en el grupo A de la norma E.010 y consecuentemente los diseños de estructuras de madera se deben realizar con los datos del grupo A.

4.5 Comparación con otras especies

En la gráfica N° 10 se puede apreciar las densidades básicas de otras especies ya agrupadas.

Grafica N° 10: Densidades básicas de otras especies

ESPECIE	GRUPO	D.B.
QUINILLA COLORADA	A	0.87
ESTORAQUE	A	0.78
CHONTAQUIRO	A	0.85
ANA CASPI	B	0.70
HUAYRURO	B	0.60
CAPIRONA	B	0.70
TORNILLO	C	0.45
PANGUANA	C	0.49

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V

PROTOTIPO DE TIJERAL DE MADERA DE CHONTAQUIRO

5.1 Generalidades

En la presente tesis “**PROTOTIPO DE TIJERAL USANDO MADERA CHONTAQUIRO APLICANDO LA NORMA TECNICA PERUNA E.010 EN LA SELVA CENTRAL**”, se detallan aspectos relacionados al predimensionamiento y definición de la geometría del tijeral, metrado de cargas (según indica la norma E.020 de cargas), análisis de fuerzas internas de cada elemento del tijeral, verificación de esfuerzos admisibles (según indica las norma E.010 de madera) y el diseño final de la armadura de madera Chontaquiro en el software SAP 2000.

Para el predimensionamiento de las secciones se hizo uso del texto Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, en este se recomiendan escuadrías adecuadas para realizar el cálculo del peso propio de la armadura.

Para el metrado de cargas se empleó el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma - 020, cabe señalar que para dicho metrado se incluyó el peso por cargas del viento, pues la región del Pasco no está exenta a la acción de este fenómeno climático. Se incluye además planos en planta, cortes, detalle de las uniones, detalles de las dimensiones finales resultado del diseño.

5.2 Diseño del tijeral

5.2.1 Datos de diseño:

El análisis de la Armadura de Madera Tipo Howe, cuya pendiente es 1:3. La madera de selección es de la especie forestal Chontaquiro (*Diplotropis* Sp), que según los resultados obtenidos en el capítulo IV, pertenece al grupo "A", cuyas valores de diseño se aprecia en la tabla N° 18

Tabla N° 18 Valores De diseño del grupo A

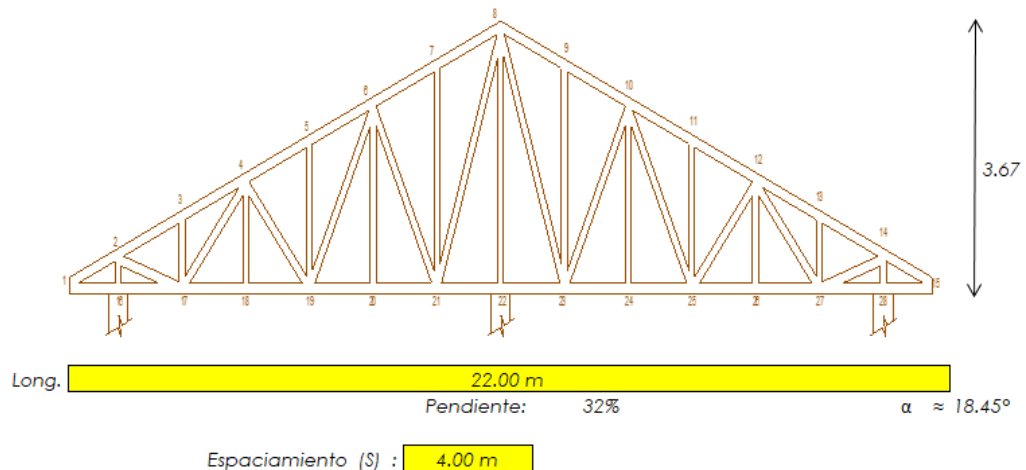
Grupo	E_{min}	Flexión f_m	Tracción paralela F_t	Compresión paralela F_c	Compresión perpendicular F_c	Corte paralelo F_v
A	95000 Kg/cm ²	210 Kg/cm ²	145 Kg/cm ²	15 Kg/cm ²	145 Kg/cm ²	40 Kg/cm ²

Fuente: Norma E.010 De Madera (2016)

5.2.2 Predimensionamiento Inicial

Para el predimensionamiento se consideró una luz de 22 m de longitud, una armadura de tipo Howe (ver Gráfico N° 16) y para las cuerdas superiores, cuerdas inferiores, montantes y diagonales del tijeral una sección de 4"x4". Las secciones seleccionadas deben cumplir con los límites permisibles indicados en la norma E.010 de madera del reglamento nacional de edificaciones en caso contrario no cumpla los límites permisibles se deberá modificar las dimensiones de la sección.

Gráfico N° 11: Pre dimensionamiento de armadura tipo Howe

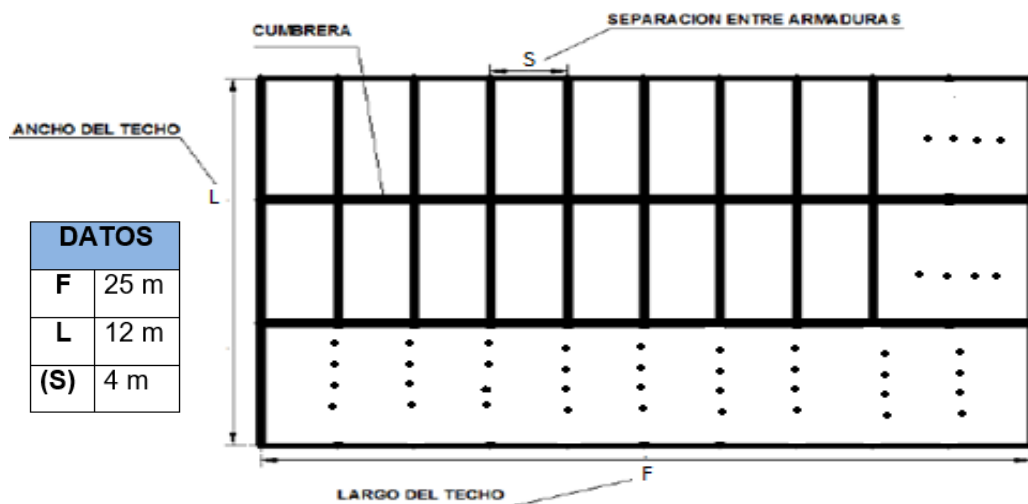


Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Armadura tipo Howe

Según el Manual de Diseño de Madera Del Grupo Andino- Junta Del Acuerdo de Cartagena (1984) existen algunos diseños típicos de armaduras de madera que tiene un rango de luces económicos desde los 6 a los 12 m. Para luces mayores existen diseños especiales que se deben considerar los tipos de elementos y detalles constructivos. Para este diseño se consideró la armadura tipo howe ya que al ser a dos aguas es apropiado para los proyectos en el área de estudio. (Ver anexo 06).

Gráfico N° 12: Geometría de la planta del techo



Fuente: Elaboración propia.

5.3. Definición de cargas

5.3.1 Carga muerta

5.3.1.1 Peso propio del tijeral

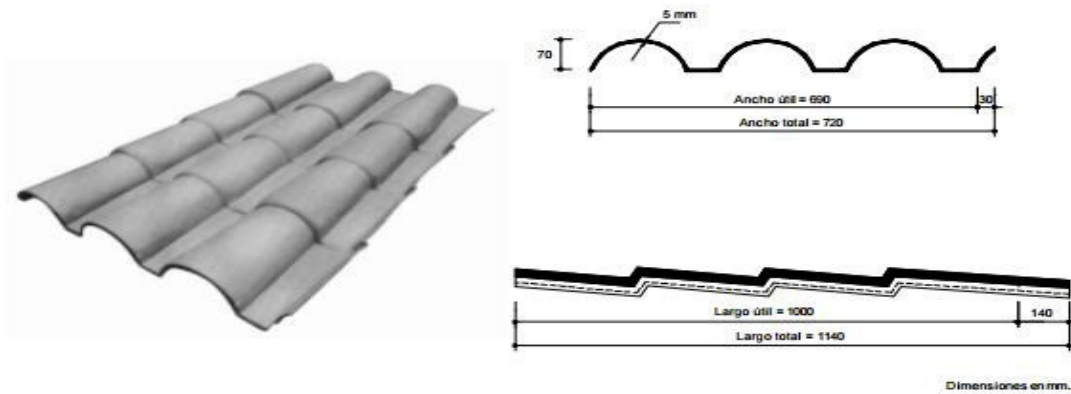
El peso propio del tijeral se halla con la tabla de propiedades de escuadría (ver anexo 07). En esta tabla se especifica el peso por metro lineal considerando el grupo al que pertenece la madera a diseñar, la sección seleccionada según el pre dimensionamiento indicado líneas arriba es de 9 x 9 cm, que su equivalencia comercial en pulgadas es de 4" x 4".

Peso por metro lineal = 8.91 kg/ml

5.3.1.2 Peso de la cobertura

El peso de la cobertura según las especificaciones técnicas de la teja andina es de 8.40 kg/m².

Grafico N° 13: Especificaciones técnicas de cobertura de teja andina



CODIGO	MEDIDAS DEL PRODUCTO				MEDIDAS UTILES		
	LONGITUD m.	ANCHO m.	ESPESOR mm.	PESO (Aprox. kg)	LONGITUD m.	ANCHO m.	AREA m ² .
036 101	1.14	0.72	5	8.4	1.00	0.69	0.69

Fuente: Eternit 2018

5.3.1.3 Peso de las correas u otros

En el ejemplo de diseño del libro “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino – Junta del Acuerdo de Cartagena”), señala una carga de 5kg/m² para el peso de correas, señala además que este peso es aproximado. Por ende para este tijeral le afectara una carga de 5kg/m².

5.3.1.4 Peso del cielo raso

El peso del cielo raso con Drywall y plancha de Doorlog, según indica las especificaciones del proyecto, es de 5kg/m².

Por lo tanto el peso muerto de la cuerda superior será:

$$W \text{ muerto} = W \text{ cobertura} + W \text{ correa}$$

$$W \text{ muerto de la Cobertura } W_{diag} = 8.4 + 5 = 13.4 \text{ kg/m}^2$$

Sin embargo este peso debe ser proyectado sobre la horizontal, teniendo en cuenta además que la inclinación de las aguas del techo es de 18.45° con respecto a la horizontal, por lo tanto se tiene:

$$W_{\text{muerto de la Cobertura}} = W_{\text{horiz}} = 13.4 / \text{Coseno}(18.45^\circ)$$

$$W_{\text{muerto proyectado}} = 14.13 \text{ kg/m}^2$$

5.3.2 Carga viva:

5.3.2.1 Carga de viento

Según la NORMA E.020 del RNE, Artículo 12 – ítem 12.4, La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$Ph = 0.005 * C(V_h)^2$$

Donde:

Ph = Presión o succión del viento a una altura h (kg/m²)

C = Factor adimensional

Vh = Velocidad de diseño a una altura h (km/h)

Para determinar el factor adimensional se tiene que utilizar la tabla 5.4- factores de forma (c), de la norma E.020 (ver anexo 08), para este caso según el ángulo de inclinación de 18.45°, se utilizara la superficies inclinadas entre 15° y 60° , que corresponde a :

	Presión	Succión
C. barlovento	0.7	-0.3
C. sotavento		-0.6

Según la NORMA E.020 del RNE, Artículo 12 – ítem 12.3; La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 09) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V * \left(\frac{\bar{h}}{10}\right)^{0.22}$$

Donde:

V_h : es la velocidad de diseño en la altura h en Km/h.

V : es la velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h.

\bar{h} : es la altura sobre el terreno en metros.

Entonces para vientos $h \leq 10$ m; $V_{pasco} = 100.00$ km/h.

Consideraciones para determinar la Velocidad del viento: (V_h)

$H_i = 3.50$ m (altura de la edificación)

$H_f = 7.17$ m. (altura de la edificación más la altura del tijeral)

Calculo de la altura h y V_h

$h = (h_i + h_f)/2 = 5.34$ m.

$V_h = 87.09$ Km/h. y $V_{Pasco} = 100$ km/h.

Se escoge el mayor entre la V_h y V_{pasco}

$V_h = 100.00$ Kg/m.

Para la carga distribuida exterior del viento es:

$$P_h = 0.005 * C(V_h)^2$$

Barlovento:

$$\begin{aligned} \text{Presión} &= 0.005 \times 0.7 \times (100)^2 \quad ; \\ &= 35.00 \quad \text{kg/m}^2 \end{aligned}$$

Sotavento:

$$\begin{aligned} \text{Succión} &= 0.005 \times 0.3 \times (100)^2 \quad ; & \text{Succión} &= 0.005 \times 0.6 \times (100)^2 \\ &= 15.00 \quad \text{kg/m}^2 & \mathbf{P_h} &= 30.00 \quad \text{kg/m}^2 \end{aligned}$$

Luego se determinan los anchos tributarios (S) para cada elemento, ya que estos soportaran las fuerzas del viento de acuerdo al área tributaria que le corresponde. Ver anexo 10.

Carga de viento (CV): para un ancho tributario (at) = 4.00 m.
 S1= 0.66 m.
 S2= 1.52 m.
 S3= 1.71 m.
 S4= 0.86 m.

Luego de haber determinado las cargas distribuidas del viento en barlovento y sotavento, se procede a multiplicar las áreas tributarias del tijeral con mayor área, que es la separación máxima entre cada tijeral; para los cálculos se emplea la siguiente formula:

$$CV = Ph * at * S$$

S1	Para el nodo "1"		Para el nodo "15"	
	Barlovento		Sotavento	
Presión	Cw =	35x0.66x4	–	–
	Cw =	92.4 kg	–	–
Succión	Cw =	15x0.66x4	Cw =	30x0.66x4
	Cw =	39.6 kg	Cw =	79.2 kg

Se seleccionaron los valores máximos de presión y succión

Barlovento	Sotavento
Presión	Succión
CV1= 92.4 kg	CV2=79.2 kg

S2	Para el nodo "2"		Para el nodo "14"	
	Barlovento :		Sotavento:	
Presión	Cw =	35x1.52x4	–	–
	Cw =	212 kg	–	–
Succión	Cw =	15x1.52x4	Cw =	30x1.52x4
	Cw =	91.20 kg	Cw =	182.40 kg

Se seleccionaron los valores máximos de presión y succión

Barlovento	Sotavento
Presión	Succión
CV1= 212 kg	CV2=182.40 kg

S3	Para el nodo "3","4","5","6","7":		Para el nodo ara el nodo "9","10","11","12","13"	
	Barlovento :		Sotavento:	
Presión	Cw =	35x1.71x4	–	–
	Cw =	239.4 kg	–	–
Succión	Cw =	15x1.71x4	Cw =	30x1.71x4
	Cw =	102.60 kg	Cw =	205.20 kg

Se seleccionaron los valores máximos de presión y succión

Barlovento	Sotavento
Presión	Succión
CV1= 239.40 kg	CV2=205.20 kg

S4	Para el nodo "8" :		Para el nodo "8" :	
	Barlovento :		Sotavento:	
Presión	Cw =	35x0.86x4	–	–
	Cw =	120 kg	–	–
Succión	Cw =	15x0.86x4	Cw =	30x0.86x4
	Cw =	51.6 kg	Cw =	103.20 kg

Se seleccionaron valores máximos de presión y succión

Barlovento	Sotavento
Presión	Succión
CV1= 120 kg	CV2=103.20 kg

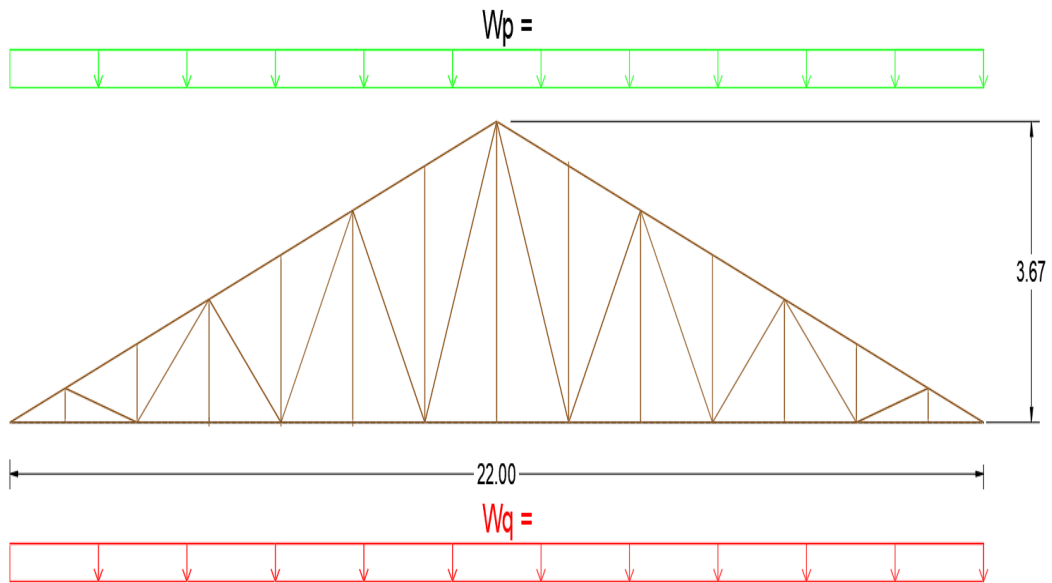
5.3.2.2 Sobre Carga Techos Inclinados

Según la Norma E.020 en el artículo 7 indica que para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, etc., la sobrecarga será de 30kg/m².

5.3.3 Cargas Uniformemente Repartidas

Todas las cargas halladas anteriormente tendrán que distribuirse en forma uniforme (Wp y Wq) sobre la armadura tal como se observa en la siguiente figura:

Gráfica N° 14 Carga distribuida del tijeral



Fuente: Elaboración propia

5.3.3.1 Calculo de W_p y W_q en kg/m

Carga repartida sobre las Cuerdas superiores del Tijeral:

$$W_m = (W \text{ Propio Armadura} + W \text{ Muerto Cobertura} + W_{\text{horiz}}) \times (S)$$

$$W_v = (W \text{ Techos Inclinados} + W \text{ viento}) \times (S)$$

$$W_m = (\text{Se considera en Sap2000} + 14.13) \times 4$$

$$W_v = (\text{Se considera en Sap2000} + 30) \times 4$$

$$W_m = \sum \text{Cargas} \times S \quad ; \quad W_v = \sum \text{Cargas} \times S$$

$$W_m = 56.50 \text{ Kg/m} \quad ; \quad W_v = 120.00 \text{ Kg/m}$$

Carga repartida sobre la cuerda inferior del Tijeral:

Esta es una carga distribuida debida a que en la parte inferior de la armadura existe un cielo raso con una sobre carga de 5kg/m², Ref. Ítem 11.8 “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino – Junta del Acuerdo de Cartagena” (1984).

Por lo tanto la carga uniformemente distribuida será de:

$$W_q = (W_{\text{Cielo raso}} + S) \times 4$$

$$W_q = 5 \times (S) \text{ en kg/m} \quad , \quad s = 4 \text{ m}$$

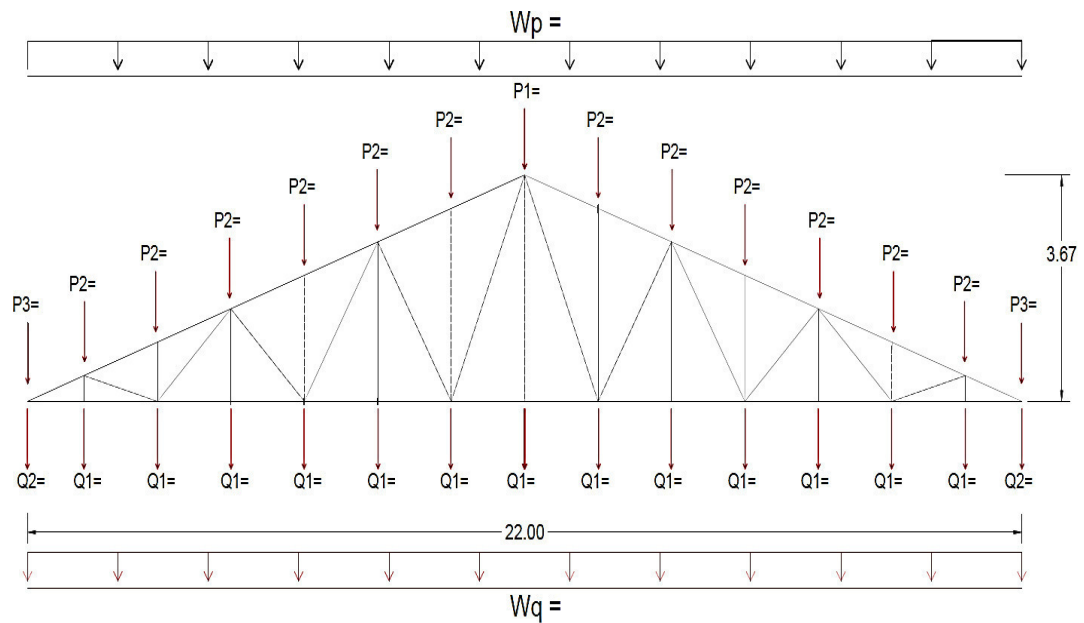
$$W_q = 5 \times 4 \text{ kg/m}$$

$$W_q = 20 \text{ kg/m}$$

Cargas concentradas equivalentes:

Calculo de Longitudes de los Elementos.

Gráfica N° 15: distribución de carga concentrada



Fuente: Elaboración propia

Según el anexo 11 podemos ver la tabla de coeficientes de longitud y carga. Se determinó el tipo de armadura N° 8 ya que es la que se acomoda al diseño geométrico del tejado.

Datos: Longitud = 22 m ; $Cl = (\text{luz}) * (\text{longitud})$

Tabla N° 19 Cálculo de longitud de elementos

Elemento	CI	luz	Longitud
1-2=14-15	16.692	22.00 m	1.318
2-3=13-14	12.843	22.00 m	1.713
3-4=12-13	12.843	22.00 m	1.713
4-5=11-12	12.843	22.00 m	1.713
5-6=10-11	12.843	22.00 m	1.713
6-7=9-10	12.843	22.00 m	1.713
7-8=8-9	12.843	22.00 m	1.713
1-16=15-28	17.600	22.00 m	1.250
16-17=27-28	13.538	22.00 m	1.625
17-18=26-27	13.538	22.00 m	1.625
18-19=25-26	13.538	22.00 m	1.625
19-20=24-25	13.538	22.00 m	1.625
20-21=23-24	13.538	22.00 m	1.625
21-22=22-23	13.538	22.00 m	1.625

Fuente: Elaboración propia (2018).

Calculo de Cargas Concentradas Equivalentes

Carga Muerta:

$$\begin{aligned}
 P1 &= W_p \times 1.713 & P2 &= W_p \times 1.713 & P3 &= W_p \times 1.318 / 2 \\
 P1 &= 96.79 \text{ Kg} & P2 &= 96.79 \text{ Kg} & P3 &= 37.24 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q1 &= W_q \times 1.713 & Q2 &= W_q \times 1.25 / 2 \\
 Q1 &= 34.26 \text{ Kg} & Q2 &= 12.50 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Carga Viva:

$$\begin{aligned}
 P1 &= W_v \times 1.713 & P2 &= W_v \times 1.713 & P3 &= W_v \times 1.318 / 2 \\
 P1 &= 205.56 \text{ Kg} & P2 &= 205.56 \text{ Kg} & P3 &= 79.08 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Cargas definitivas

$$\begin{aligned}
 P1 &= 302.35 \text{ kg} & ; & & Q1 &= 34.26 \text{ Kg} \\
 P2 &= 302.35 \text{ Kg} & ; & & Q2 &= 12.50 \text{ Kg} \\
 P3 &= 116.32 \text{ Kg} & & & &
 \end{aligned}$$

5.4. Análisis interno de fuerzas

Las fuerzas internas de la armadura se determinaron a través del software SAP2000, de las cuales al ingresar todos los datos como, el tipo de material, la sección, carga muerta, la carga viva, la carga del viento y se procesa y arrojó un cuadro de en donde indica las fuerzas internas máximas y mínimas de cada elemento de la armadura (ver anexo 12). A continuación de selecciona las fuerzas máximas a compresión y tracción:

- CUERDA SUPERIOR 881.81 kg (Tracción)
- CUERDA INFERIOR 1390.83 kg (Tracción)
- MONTANTE 1659.07 kg (Compresión)
- DIAGONAL 971.82 kg (Compresión)

Tabla N° 20 Cálculo de los esfuerzos máximos de diseño

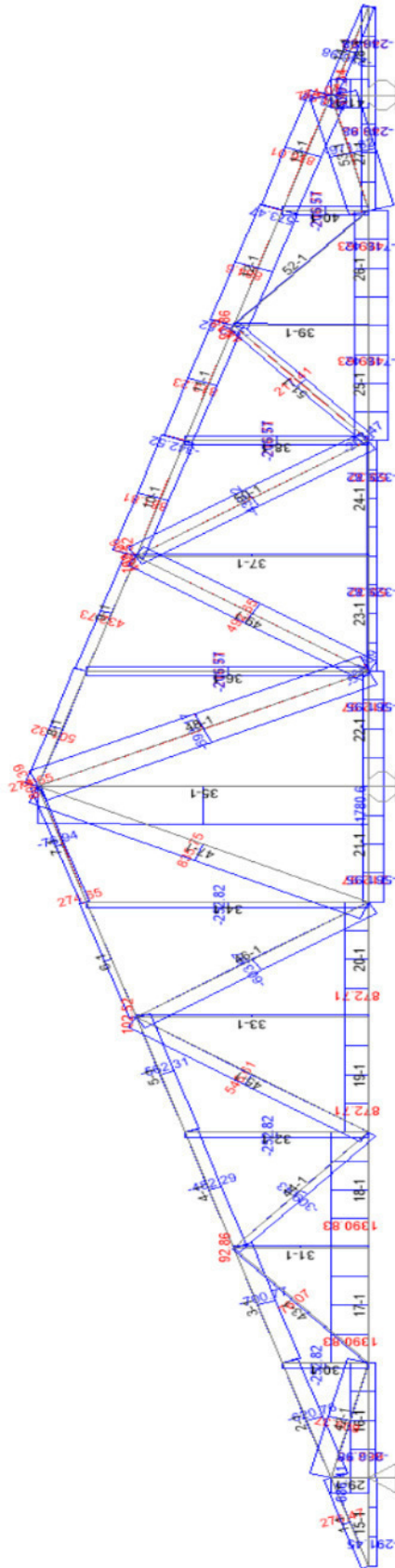
Elemento	FUERZA (kg)	Sección	Área de la sección(cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	tipo de esfuerzo
10	881.81	9cmx9cm	81 cm2	10.89	tracción
18	1390.83	9cmx9cm	81 cm2	17.17	tracción
35	1624.07	9cmx9cm	81 cm2	20.05	compresión
53	971.82	9cmx9cm	81 cm2	12.00	compresión

Fuente: elaboración propia

De esta tabla N° 20, podemos inferir que el máximo esfuerzo actuante de tracción se desarrolla en el miembro “18” y es de 17.17 kg/cm² y el máximo esfuerzo actuante de compresión se desarrolla en el miembro “35” y es de 20 kg/cm².

Elementos de madera - SAP2000

Gráfica N° 16: Diagrama de cortantes del tijeral típico



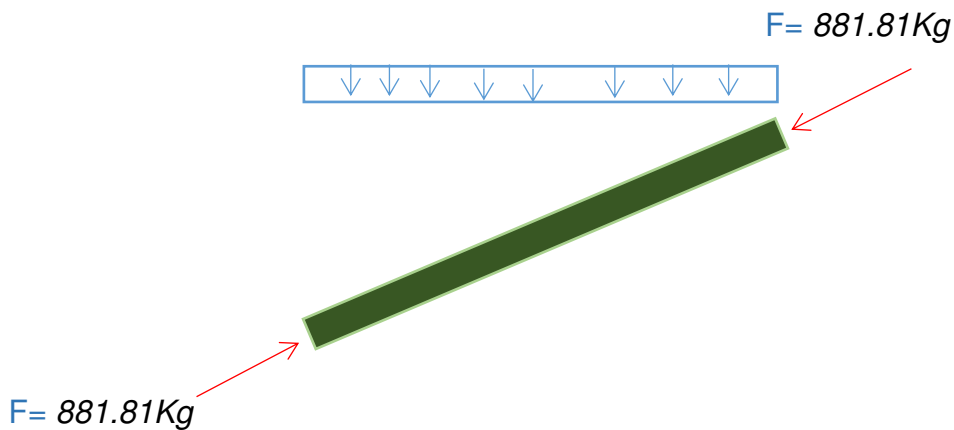
Elaboración propia

5.5 Cálculo de fuerzas y esfuerzos de los elementos.

Los cálculos de fuerzas internas de los elementos del tijeral, que cálculo el software SAP2000, se analizaron y se escogió los valores máximos; ya que por razones constructivas, algunos elementos simétricos tienen las mismas dimensiones.

5.5.1 Cuerda Superior

Para los elementos de la cuerdas superior como 1,2,3,4,5,6,7 y su simétrico 8,9,10,11,12,13,14, se escogió el máximo valor y se determinó la sección que soporte dichas fuerzas. Entonces se evaluaron las cagas más desfavorables.



La longitud efectiva de este elemento puede ser tomada como:

$$L_{ef} = 0.4 \times (L1 + L2), \text{ donde } L1=1.318 \text{ m y } L2=1.713 \text{ m}$$

$$L_{ef} = 1.21 \text{ m}$$

$$L_{ef} = 121.24 \text{ cm}$$

El momento que se tomara por recomendación es:

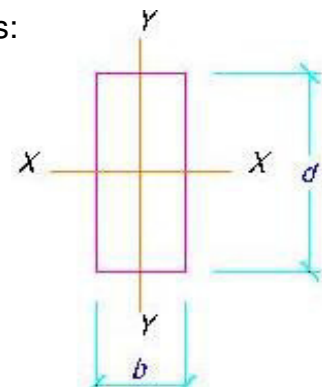
$$L = (L1 + L2)/2$$

$$M = (W \times L^2)/10 \quad ; \quad \text{Donde "L" será:}$$

$$L1 = L1 \times \text{Cos} \alpha = 1.25$$

$$L2 = L2 \times \text{Cos} \alpha = 1.62$$

$$L = 1.44 \text{ m}$$



L = 144.00 cm

W= 56.50 kg/m (carga repartida sobre la cuerda superior)

M = 1167.77 kg – cm

Luego asumimos la sección de: 9.00 cm x 9.00 cm

Área : 81.00 cm²

I_x : 546.75 cm⁴ (bxh²/12)

Z_x = S_x : 121.50 cm³ (Tabla Escuadría- **Ver anexo 07**)

Debido a que se trata de un elemento sujeto a flexo compresión debe satisfacer:

$$\left[\frac{N}{N_{adm}} \right] + \left[\frac{MxK_m}{Zx f_m} \right] < 1$$

Donde:

N = 881.81 Kg

Nadm = (0.329 x Emin x A) / (λ²) ; λ_x = Lef / d

Nadm = (0.329 x 950000 x 81 x 81) / 13.471² ; λ_x = 121.24/9

Nadm = 13950.75 kg ; λ_x = 13.471

K_m = (1 - (1.5 x N) / N_{cr}) ; N_{cr} = (Emin x I x π²) / (Lef)²

K_m = (1 - (105 x 881.81 / 34875.5)) ; N_{cr} = (95000 x 546.75 x π² / 121.24²)

K_m = 1.039 ; N_{cr} = 34875.495 kg-cm

Reemplazando: 0.111 < 1 **(ok)**

El espaciamiento máximo entre correas para garantizar la esbeltez es:

L_c = b x λ_x

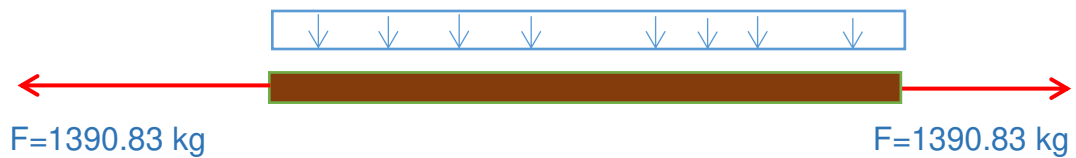
L_c = 9 x 13.471

L_c = 121.24 cm

USAR: 4" x 4"

5.5.2 Cuerda Inferior

Paras los elementos de la cuerda inferior como 15,16, 17, 18, 19, 20, 21 y su simétrico 22, 23, 25, 25, 26, 27, 28, se escogió el máximo valor y se determinó la sección que soporte dichas fuerzas. Los elementos de la cuerda inferior son iguales pero con diferentes esfuerzos. Entonces se evaluaron las cagas más desfavorables.



Elemento sometido a flexo tracción.

La longitud será: $L = 1.625 \text{ m}$

$$L_{ef} = 162.50 \text{ cm}$$

El momento será: $M = (W \times L^2) / 8$

$$W = 20.00 \text{ kg/m}; \quad M = ((20 \times 1.625^2) / 8) \times 100$$

$$M = 660.16 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Asumimos una sección de: 9 cm x 9 cm

Área: 81.00 cm²

Zx: 121.50 cm³

Debido a que se trata de un elemento sujeto a flexo tracción debe satisfacer:

$$\left[\frac{N}{A x f_t} \right] + \left[\frac{M}{Z x f_m} \right] < 1$$

$N = 1390.83 \text{ kg}$; $F_t = 145 \text{ kg/cm}^2$; $f_m = 210 \text{ kg/cm}^2$

Reemplazando: $0.0924 < 1$ (ok)

USAR: 4" x 4"

5.5.3 Montante

Paras los elementos de la montante como 29,30,31,32,33,34,35 y su simétrico 36,37,38,39,40,41 se escogió el máximo valor y se determinó la sección que soporte dichas fuerzas. Los elementos de la cuerda inferior son iguales pero con diferentes esfuerzos. Entonces se evaluaron las cagas más desfavorables.

Verificamos para la Sección: 9cm x 9cm ; F= 971.82Kg

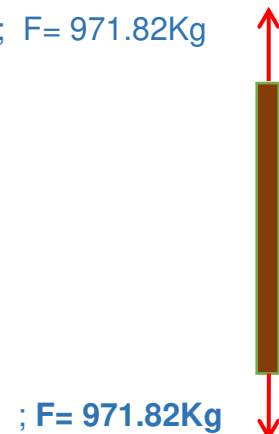
Cuyas propiedades son: Área= 81.00 cm²

Entonces:

$$N = A \times ft$$

$$N = 11745.00 \text{ Kg} \gg 747.34 \text{ kg} \quad (\text{ok})$$

USAR: 4" x 4"



Se puede reducir las dimensiones pero afectaría en el proceso de construcción.

Paras los elementos de la diagonal como 42,43,44,45,46,47 y su simétrico 48,49,50,51,52,53 se escogió el máximo valor y se determinó la sección que soporte dichas fuerzas.

Se puede concluir de los resultados que las dimensiones escogidas para el tijeral son las correctas, así tenemos en resumen:

- CUERDA SUPERIOR 4 x 4 pulg.
- MONTANTE 4 x 4 pulg.
- DIAGONAL 4 x 4 pulg.
- CUERDA INFERIOR 4 x 4 pulg.

5.6 Esfuerzos admisibles

La norma E.010 de madera, hace referencia a los esfuerzos admisibles aplicables a madera estructural que cumple con la Norma, es decir da valores para los tres grupos estructurales A, B y C

TABLA N° 21: Esfuerzos Admisibles (Kg/Cm²)

GRUPO	Flexión	Tracción		Compresión		Compresión	Corte	
	Fm	Paralela	Ft	Paralela	Fc //	Perpendicular	Fc I	Paralelo Fv
A	210	145		145		40		15
B	150	105		110		28		12
C	100	75		80		15		8

Fuente: Norma E.010 De Madera (2016).

Recordemos que solamente se está analizando miembros sometidos a tracción y compresión solamente, es decir que los esfuerzos actúan en forma longitudinal a la madera, por lo tanto podemos decir que los esfuerzos actúan en dirección paralela a la fibra.

Entonces solamente nos interesa conocer cuáles son los esfuerzos admisibles para el Grupo de Madera A, en Tracción Paralela (Ft) y en Compresión Paralela (Fc //).

5.7 Verificación del análisis y diseño

De los cuadros de máximos esfuerzos actuantes y esfuerzos admisibles se tiene: los siguientes resultados:

Miembro	Máximos esfuerzos actuantes	Esfuerzos admisibles	Característica
18	17.17	145	Tracción
35	20.05	145	Compresión

Fuente: elaboración propia

Observamos que los máximos esfuerzos actuantes son menores que los esfuerzos admisibles, por lo que la sección asumida de 9x9cm es suficiente para soportar las cargas actuantes.

5.8 Diseño definitivo

Se tomó como escuadría asumida 9x9cm para hacer el análisis preliminar de carga por peso propio, con esta sección se calculó los esfuerzos actuantes y se comprobó que dicha sección es suficiente para soportar esfuerzos de Tracción y Compresión solamente. Por lo tanto se tiene como sección de diseño de armaduras sometidas a tracción y compresión solamente de 9x9cm; para una mayor compresión se recomienda ver los siguientes anexos:

- **Ver Anexo 13:** Plano de planta - detalle de cobertura.
- **Ver Anexo 14:** Plano de sección del tijeral típico.

5.9 Diseño de uniones y conexiones

Según el Manual de diseño del grupo andino, junta de Cartagena (1984), las uniones empernadas son particularmente eficientes con las maderas del grupo A y B; los pernos y pletinas metálicas deben ser de acero de grado estructural, con refuerzo de fluencia de no menor que 2,300 kg/cm². Deben colocarse arandelas o pletinas metálicas entre la cabeza del perno y la madera y entre la tuerca y la madera, para evitar esfuerzos de aplastamiento excesivos.

Se recomienda especialmente que todos los elementos metálicos utilizados con madera húmeda o en condiciones ambientales desfavorables tengan un tratamiento anticorrosivo.

5.9.1 Cargas admisibles

Para determinar las cargas admisibles se deben considerar:

- El grupo estructural (A, B, C) y la condición de la madera a utilizar.
- La calidad y el diámetro de los pernos.
- La orientación de las fuerzas en la unión con relación a la dirección del grano en los diversos elementos de madera.
- El espesor del elemento de madera.
- El número de pernos empleados y su ubicación en la unión.

5.9.2 Uniones sometidas a doble cizallamiento

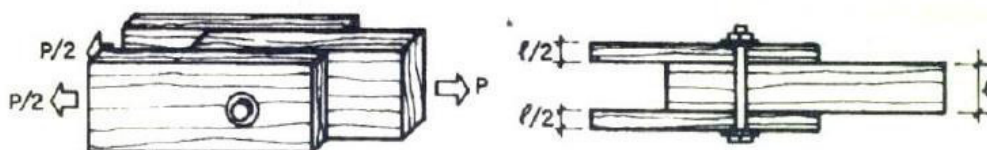
En la tabla 12.7 de cargas admisibles para uniones emperradas (ver anexo 15), presenta las cargas admisibles para uniones de tres elementos de madera, con un perno sometido a doble cizallamiento. Esto en función del grupo de madera a utilizar, el diámetro del perno “d”, la longitud “l”, definida como el espesor del elemento central o el doble del espesor del elemento más delgado, el que sea menor.

Los pernos más delgados son más eficientes, es decir son aquellos para los que la relación entre resistencia y volumen de material es mayor. Sin embargo al menor diámetro el número de pernos necesario es mayor, siendo más difícil satisfacer los requerimientos de espaciado.

5.9.3. Influencia de la orientación de las fuerzas con relación al grano.

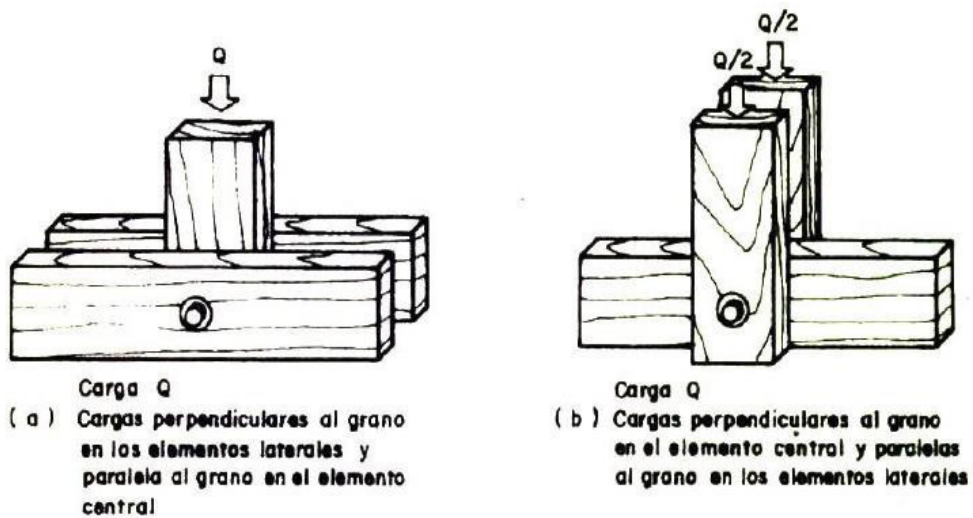
Los valores indicados como “P” se aprecia en el anexo 15, esta carga admisible que se aplica en la unión, sigue la dirección del grano (ver gráfico N° 17). La carga admisible cuando la fuerza es paralela al grano del elemento pero perpendicular al grano de los elementos laterales (ver gráfico N° 17), o viceversa (ver gráfico N° 18), se indica como “Q”.

Gráfico N° 17: Cargas paralelas al grano en todos los elementos (carga P)



Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, JUNAC 1984

Gráfica N° 18 cargas perpendiculares al grano (carga Q).

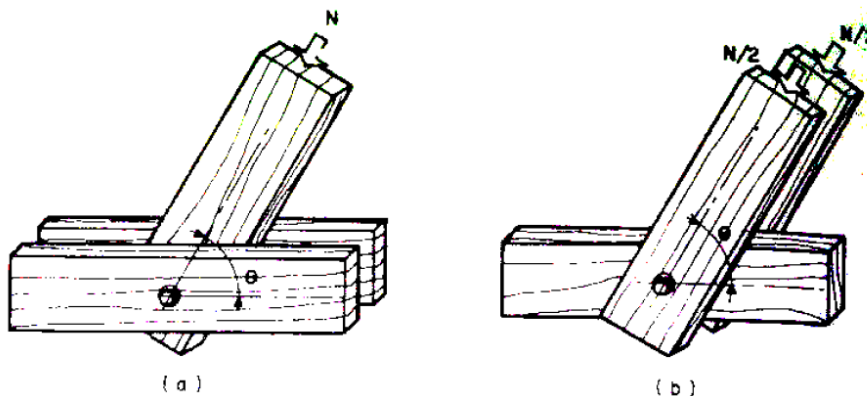


Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, JUNAC 1984

Las cargas admisibles “P” Y “Q” corresponden a las situaciones límites. Si la carga aplicada sigue la dirección del grano en el elemento central pero forma un ángulo α con la dirección del grano en los elementos, ver gráfico N° 19 - a, o viceversa ver gráfico N° 19 - b, la carga admisible puede determinarse con la fórmula de Hankinson:

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2(\alpha) + Q \cos^2(\alpha)}$$

Gráfica N° 19 Uniones emperradas, cargas inclinadas con relación al grano.

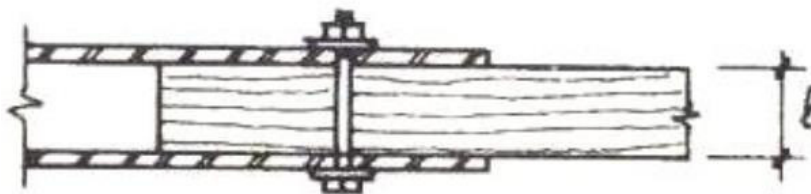


Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, JUNAC 1984

5.9.4. Uniones con pletinas metálicas

Si los elementos laterales son pletinas metálicas, los valores indicados como “P” para uniones empernadas (ver anexo 15), pueden incrementarse en un 25%. No deben considerarse incrementos similares para cargas perpendiculares a la dirección del grano, Q. en ambos casos, “l” debe tomarse como el espesor del elemento central de la madera (ver Gráfico N° 20). Las pletinas metálicas deben tener amplio margen de seguridad contra posibles fallas por corte o aplastamiento. (JUNAC, 1984, 12-17)

Gráfico N° 20 unión metálica con pletina metálica.



Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, JUNAC 1984

Para el Manual de diseño del grupo andino, junta de Cartagena (1984), el procedimiento de diseño para uniones empernadas deben ser los siguientes pasos secuenciales:

Definiciones base de cálculo.

- a) Grupo estructural de madera a utilizarse.
- b) Cargas actuantes en la unión y su orientación con respecto a la pieza de madera.
- c) Selección del diámetro de los pernos.

Para determinar la carga admisible por perno sometidos a doble cizallamiento, se sigue los siguientes pasos:

- a) Definir “l” como el espesor del elemento central o el doble del elemento lateral más delgado, el que sea menor. Para uniones con pletinas tomar “l” como el espesor del elemento central.

- b) Obtener los valores "P" Y"Q" de la tabla 12.7 (ver anexo 15), para uniones con pletina metálicas multiplicar "P" por 1.25.
- c) Determinar la carga por perno mediante la fórmula de Hankinson(monograma).

Estimar el número de pernos requeridos y definir su ubicación en la Unión. Reducir la carga admisible por efecto del grupo.

Verificar la carga admisible en la unión. Si es necesario, aumentar el número de pernos e incrementar el diámetro y repetir los pasos 3 a 5.

5.9.5 Diseño De Uniones: Pernos más plancha de acero

Si los elementos laterales son pletinas metálicas, los valores indicados como P en la Tabla pueden incrementarse en 25%. No deben considerarse incrementos similares para cargas perpendiculares a la dirección del grano. Las pletinas metálicas deben tener amplio margen de seguridad contra posibles fallas por corte o aplastamiento. (JUNAC, 1984, 12-17).

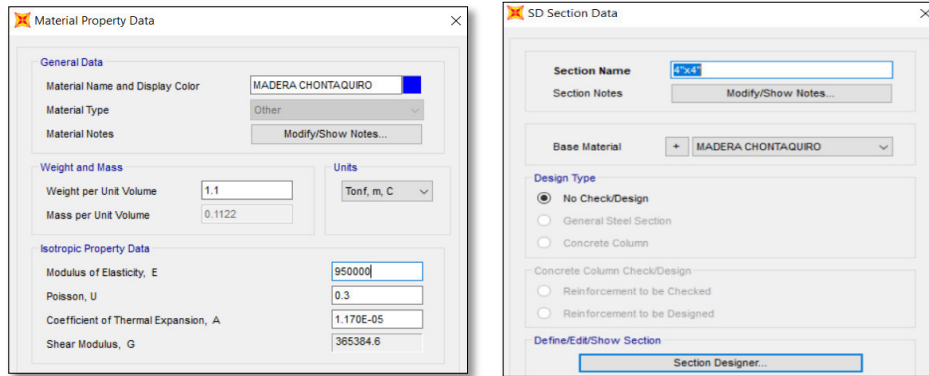
5.10 Resultados del modelamiento en sap2000

Para obtener el diseño final del tijeral de madera Chontaquiro, en el software SAP 2000, se tuvo que realizar una serie de pasos secuenciales para que al final el software modele correctamente, tomando todas las consideraciones que exige un buen análisis estructural al momento de modelar el tijeral; para ello se describe los pasos más importantes a seguir:

Primero se escoge el sistema de unidades, con la cual se trabajan los datos (tnf, m, C°).

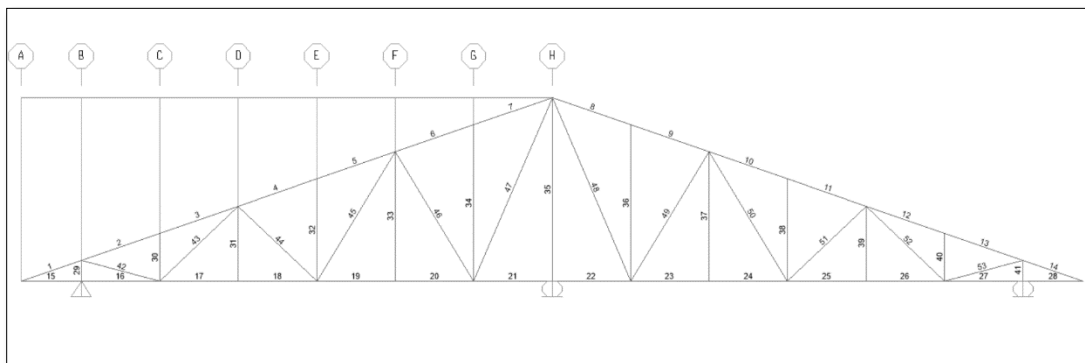
Se define el material con la cual se va a modelar el tijeral, para luego definir las sección del elementos, para este caso es la sección cuadrada de 4"x4", que se homogenizó para la cuerda superior e inferior, las diagonales y las montantes, ya que dicha sección según los parámetros del grupo A de la norma E.010 de madera, cumple con todos los límites permisibles.

Gráfica N° 21: Cuadro ingreso de datos de material y sesión del tijeral.



Se grafica la armadura con los diversos comandos que tiene el software sap2000, se asignas las condiciones de apoyo, para este caso son tres apoyos.

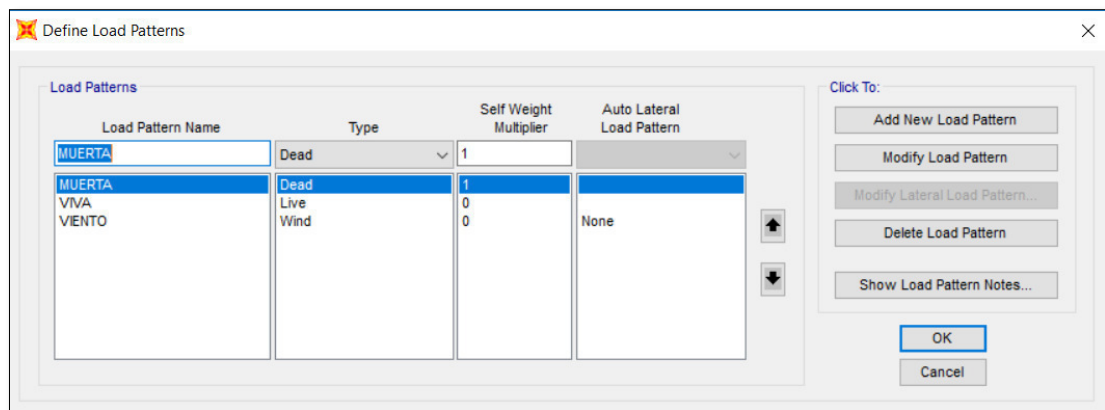
Gráfica N° 22: Diseño de armadura



Fuente: elaboración propia.

Se define las cargas que afectaran directamente a dicho tijeral (carga viva, carga muerta y carga del viento- ver gráfico N° 23) y luego se asigna dichas cargas, tal como se diseñó en el ítem 6.1 del presente capitulo.

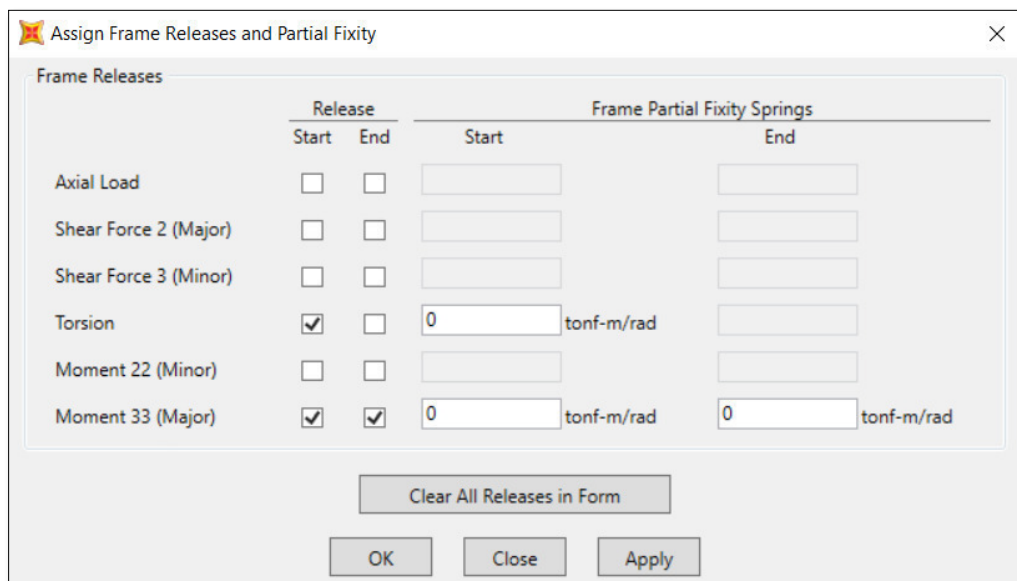
Gráfica N° 23: Cuadro de ingresar datos de cargas.



Fuente: elaboración propia

Se selecciona toda la armadura para darle sus características propias, para eliminar los grados de libertad, se ingresa a asignar, a la opción liberación de momentos, seleccionamos momento 33, inicio y fin y se suelta una torsión, tal como indica el gráfico N° 24, con esto se está definiendo como una característica de tipo armadura.

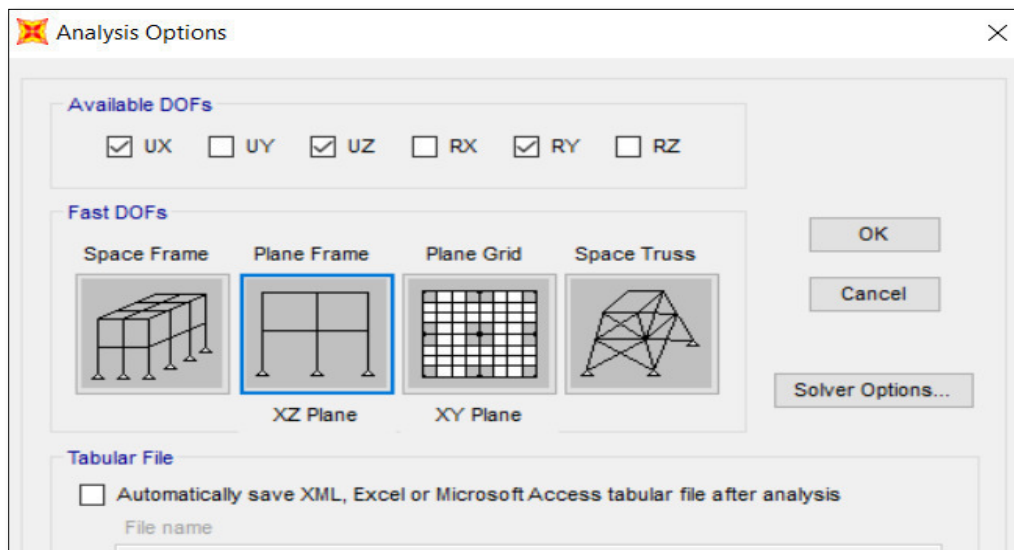
Gráfica N° 24: Características de tipo armadura.



Fuente: elaboración propia

Se analiza el modelo, ingresamos al menú analizar, e ingresamos a las opciones de análisis y seleccionamos análisis plano, luego presionamos el botón play, guardamos el archivo.

Gráfica N° 25: Análisis plano (X-Z).



Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

1. De los ensayos físicos realizados como indicador inicial se clasificó a la madera chontaquiro en la categoría A, de la norma E. 010 de Madera, del Reglamento Nacional de Edificaciones cuya características fundamental es que cuenta con una densidad de 0.85 kg/cm², por ello es considera como madera estructural.
2. De los ensayos mecánicos realizados como indicador final, se agrupa a la madera chontaquiro definitivamente en la categoría A, de la norma E. 010 de Madera Del Reglamento Nacional De Edificantes, con un valor promedio de Módulo de Elasticidad MOE = 194,514.60 Kg/ cm² por ello es considera como madera estructural, que puede trabajar como viga, columnas o cualquier otro elemento estructural.
3. El prototipo de tijeral ha cumplido con los requisitos que exigen la norma E.010 de madera y la norma E.20 de Cargas del RNE, corroborando que la madera chontaquiro, si es apta para uso estructural.

RECOMENDACIONES

1. Realizar futuros ensayos de cizallamiento, debido a que la madera está sujeta a desplazamientos, es decir, una porción sobre el otro, sometido a esfuerzos de corte.
2. Realizar futuros ensayos de clivaje, debido a que la rotura de la madera suele ocurrir también en las uniones, por ello es interesante evaluar este comportamiento.
3. Intensificar el estudio de otras especies no tradicionales para conocer sus propiedades y tener más variedad de maderas estructurales.
4. Formular una adecuada política forestal por parte del Gobierno Central, para regular la extracción selectiva de las empresas madereras.
5. Incorporar la especie forestal Chontaquiro a la Norma E.010 de madera como elemento estructural.

FUENTES DE INFORMACION

Bibliográficas:

Acevedo, W. (2017) *Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento “nacional” comparado con el concreto dosificado con cemento “sol”* (Tesis de pregrado). USMP, Lima.

Estacio, R. (2008). *Clasificación estructural de la especie forestal azúcar Huayo (hymenaea courbaril)* (Tesis de pregrado). UNI, Lima.

INDECOPI (2017). Norma Técnica ITINTEC 251.011. Madera. Métodos para determinar la densidad. Lima, Lima.

INDECOPI (2017). Norma Técnica ITINTEC 251.010. Madera. Métodos para determinar el contenido de humedad. Lima.

INDECOPI (2017). Norma Técnica ITINTEC 251.104. Madera Aserrada. Madera aserrada para uso estructural. Clasificación visual y requisitos. Lima.

INDECOPI (2017). Norma Técnica ITINTEC 251.107. Madera Aserrada. Madera aserrada para uso estructural. Método de ensayo de flexión para vigas a escala natural. Lima.

Junta del Acuerdo de Cartagena (1984) Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino PADT –REFORT, Lima.

Meza, José (2010). *Clasificación estructural de la madera pinus radiata d.don.* (Tesis de pregrado) UNI, Lima.

Meléndez, M. (2011). *Propiedades mecánicas de las maderas de diplotropis sp., oboya parvifolia, peltogyne sp., virola albidiflora y vochysia sp. Proveniente de las cuencas de los ríos nanay y napo.* (Tesis de pregrado) UNALM, Lima.

Ruiz, D. (2011). *Clasificación estructural de la madera “higuerilla” Micandra spruceana* (Tesis de pregrado). UNI, Lima

Servicio Nacional Forestal y De Fauna Silvestre-SERFOR (2016) Perú forestal en números 2015. Lima.

SENCICO (2016). *Reglamento nacional de edificaciones – Norma E.010 – Madera*, Lima.

SENCICO (2016) Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma e.020 – carga, Lima.

Uribe, C. (2012). *Construcción modular de viviendas económicas en la costa del Perú utilizando madera peruana denominada Shongo* (Tesis de pregrado). UNI, Lima.

Electrónicas:

Camacho, S. (2004). *Incorporación de la especie maderable quinilla colorada (Manilkara bidentada) para uso estructural* (Tesis de pregrado). UNI, Lima. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3103>

Food and Agriculture Organization of the United Nation (2018) *Gestión forestal sostenible*. Recuperado de <http://www.fao.org/forestry/sfm/85084/es/>

Ordoñez, P. & Lugo, Y. (2016). *Estructuras de madera aplicadas al sector de la construcción en el Perú* (tesis de pregrado). PUCP, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6834>

Romero, C. (2016). *Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga* (Tesis de pregrado). PUCP, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7609>

Taboada, R. (2004). *Clasificación Estructural de la Especie Forestal Manchinga "Brosimun alicastrum"* (Tesis de pregrado). UNI, Lima. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3118>

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Matriz de consistencia.	80
Anexo N° 2 Constancia de identificación de la madera	81
Anexo N° 3 Cronograma de actividades.	82
Anexo N° 4 Informe de Laboratorio de Ensayos de Materiales, UNI.	83
Anexo N° 5 Certificado de calibración de la prensa universal.	88
Anexo N° 6 Diseño de armadura de madera típico.	90
Anexo N° 7 Tabla de propiedades de escuadría.	92
Anexo N° 8 Factores de forma(c).	93
Anexo N° 9 Mapa eólico de distribución de viento del Perú.	94
Anexo N° 10 Planos de cobertura - anchos tributarios	95
Anexo N° 11 Tabla de coeficiente de longitud y carga	96
Anexo N° 12 Tabla de cálculo de fuerzas internas - sap2000.	99
Anexo N° 13 Plano de planta de detalle de cobertura.	108
Anexo N° 14 Plano de sección del tijeral típico.	109
Anexo N° 15 Tabla de cargas admisibles para uniones empernadas.	110
Anexo N° 16 Panel fotográfico.	111
Anexo N° 17 Lista de maderas estructurales en el Perú.	116

ANEXO N° 01: MATRÍZ DE CONSISTENCIA PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"PROTOTIPO DE TIJERALES USANDO MADERA CHONTAQUIRO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA PERUANA E.010 EN LA SELVA CENTRAL"

<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS GENERAL</u>	<u>VARIABLES E INDICADORES</u>	<u>MARCO CONCEPTUAL</u>	<u>METODOLOGÍA</u>
¿Se podrá proponer a la madera chontaquiro como elemento estructural en los proyectos realizados en la selva central?	Demostrar que la madera chontaquiro se puede utilizar estructuralmente en los proyectos de la selva central	La madera chontaquiro cumple con los parametros estructurales requeridos en la norma E.010 del reglamento nacional de edificaciones.	VARIABLE DEPENDIENTE :	ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN ORDÓÑEZ, P & LUGO, P (2016). ESTRUCTURAS DE MADERA APLICADAS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ (TESIS DE PREGRADO). PUCP, PERU, en esta tesis se realizo ensayos mecánicos de flexión, resistencia a la compresión paralela y perpendicular a la fibra y resistencia al corte paralelo a la fibra aplicados a especímenes de madera (especie: Pino Radiata). Con estos resultados y evaluando el proceso de grupamiento de la madera en el Perú. Una segunda etapa, se evaluó el comporta miento sísmico, aplicando la señal sísmica de mayo 1970 a un prototipo en escala real de una vivienda de tres pisos de madera. Dicho prototipo se construyó en base a entramados de madera compuestos por bastidores de pino radiata y cerramientos de paneles de OSB (Oriented Strand Board), fijados bajo un esquema de clavado específico.	1. DISEÑO TIPO DE INVESTIGACION Es aplicada por que se va a proponer a la madera chontaquiro como un elemento de innovacion en los diseños estructurales de madera en la selva central. Tiene un enfoque cuantitativo ya que se van analizar procedimientos y resultados para poder definir si la madera chontaquiro funciona como elemento estructural segun lo indicado en la norma E. 010 del reglamento nacional de edificaciones. NIVEL DE INVESTIGACIÓN Es de nivel descriptiva por que se ira describiendo paso por paso los resultados según cada procedimiento realizado para luego poder clasificar estructuralmente la madera según la norma tecnica peruana E.010 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN La investigacion es observacional por que nuestra investigacion depende de nuestra variante independiente que vendria ser la norma tecnica peruana pero no podemos manipular los procedimientos o datos.
			INDICADORES Prototipo de tijeral de madera		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPOTESIS ESPECÍFICAS:	VARIABLE INDEPENDIENTE :	RUIZ, DANIEL (2011). CLASIFICACION ESTRUCTURAL DE LA MADERA "HIGUERILLA" MICANDRA SPRUCEANA (TESIS DE PREGRADO). UNI, PERU, esta investigación, tiene como objetivo el estudio de la madera Micandra spruceana "Higuerilla", para complementar y profundizar el conocimiento de sus características y propiedades, a fin de clasificarla de acuerdo a las normas nacionales vigentes, conocer su aptitud para el uso como material de construcción y clasificarla estructuralmente, dar a conocer sus potencialidades tecnológicas y comerciales. Para lograr dichos objetivos se desarrollan 5 capítulos. MELÉNDEZ, M. 2011. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MADERAS DE DIPLOTROPIS SP., OTOBA PARVIFOLIA, PELTOGYNE SP., VIROLA ALBIDIFLORA Y VOCHYSIA SP. PROVENIENTE DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NANAY Y NAPO. TESIS ING. FORESTAL. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. LIMA, la presenta investigacion tiene como objetivo determinar los valores de las propiedades mecanicas y fisicas de las maderas: aquanillo, palo violeta, cumala, quillosa y la madera chontaquiro.	2. MUESTRA PROPOTÍPO DE TIJERASLES 3. INSTRUMENTOS En la presente investigación se empleará la recopilación de datos mediante los resultados de ensayos de físicos y mecánicos según la norma E. 010 Madera. En primer lugar, se usará un horno eléctrico de laboratorio marca orión. Este instrumento servirá para realizar el ensayo de contenido de humedad mediante el secado de las probetas. Luego se utilizara una prensa universal de 5000kg para realizar los ensayos mecánicos. La fiabilidad y validez será analizada mediante el informe de resultados presentados por el técnico de laboratorio y el certificado anatómico de la madera por un ing forestal. 4. PROCEDIMIENTOS Uso de procedimientos de clasificacion según la NTE E. 010. Manejo de Etabs para analisis estructural. Procedimiento: Adquirir la madera chontaquiro, para luego Trozar y cortar a las medidas necesarias; se Realizar ensayos fisicos de la madera chontaquiro; se Realizar ensayos mecanicos de la madera chontaquiro; Recopilacion de datos; Clasificacion de la madera en la NTE 0.10; Modelamiento de tijeral en etabs con los datos obtenidos en los ensayos; Recopilacion y analisis de datos comparados con tijeral de proyecto realizado en villa rica
¿Cómo promover el uso de la madera chontaquiro en los proyectos estructurales de construcción en la selva central?	Difundir las propiedades físico-mecánicas de la madera chontaquiro para los proyectos estructurales en la selva central.	Se incluyó como nueva especie a la madera chontaquiro en la lista de especies agrupadas de la norma E. 010 del reglamento nacional de edificaciones.	INDICADORES Metodos de ensayo fisicos Metodos de ensayo mecánicos Metodos de ensayo mecánicos		
¿Las propiedades de la madera chontaquiro cumple como elemento estructural según la norma técnica peruana E.010 para los proyectos en la selva central?	Clasificar estructuralmente la madera chontaquiro aplicando la norma E.010	La madera chontaquiro cumple como elemento estructural según la norma E.010, del reglamento nacional de edificaciones.			
¿Cuál será el comportamiento estructural de la madera chontaquiro en el prototipo de tijeral en la selva central?	Analizar estructuralmente la madera chontaquiro en un prototipo de tijeral mediante el programa ETABS	La madera chontaquiro cumple con los parametros de diseño estructural.			

ANEXO 02: CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN DE LA MADERA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo 203
APDO.456 - LA MOLINA LIMA PERU



CONSTANCIA

El que suscribe, JEFE DEL LABORATORIO DE ANATOMÍA DE LA MADERA, deja constancia que, de acuerdo con el estudio anatómico efectuado, las muestras de madera proporcionadas por los alumnos KEVIN MACAVILCA CHUQUIZANA con DNI 46649390 y LUIS ESPINOZA URQUIZA con DNI 47183563 de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, empleadas en su trabajo de tesis titulado: "Prototipo de Tijera usando la madera de Chontaquiro aplicando la norma E.010 en la Selva Central" corresponden a:

<u>Muestra</u>	<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Familia</u>
1	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae
1	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae
1	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae
1	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae
1	Chontaquiro	<i>Diploptropis martiusii</i>	Fabaceae

Atentamente,



Ing. Manuel Chavesta Custodio
Lab. Anatomía de la Madera

La Molina, 25 de Mayo de 2018

ANEXO N° 4: INFORME DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, UNI.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del A : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
Obra : LUIS ENRIQUE ESPINOZA URQUIZA
Ubicación : PROYECTO DE TESIS
Asunto : LIMA
Expediente N° : Ensayo de Flexión en Viga de Madera a Escala Natural.
Recibo N° : 18-1825
Fecha de emisión : 60645
24/05/2018

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ALFRED J. AMSLER.
 Certificado de calibración: CMC-082-2017

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.107:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-17.

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Madera CHONTAQUIRO

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 24/05/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (mm)	P ^o (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	MOR (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)
	a	h						
CHONTAQUIRO-01	50.0	140.0	2520	815	9.57	2898	674	203995

Condiciones ambientales	
T (°C)	H.R (%)
23.40	71.20

L Distancia entre apoyos
 P Carga al límite proporcional
 Y Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional
 P Carga máxima
 MOR Resistencia a la flexión
 MOE Módulo de elasticidad a flexión estática

CARGA vs DEFORMACIÓN

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P.
 Sr. A.A.G.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

83



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Accreditation Board for engineering and Technology



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : LUIS ENRIQUE ESPINOZA URQUIZA
Obra : PROYECTO DE TESIS
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Madera a Escala Natural.
Expediente N° : 18-1825
Recibo N° : 60645
Fecha de emisión : 24/05/2018

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ALFRED J. AMSLER.
 Certificado de calibración: CMC-082-2017

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.107:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-17.

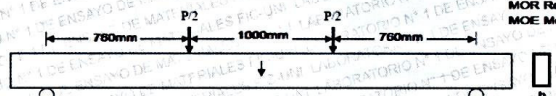
3.0. DESCRIPCIÓN DE LA : Madera CHONTAQUIRO

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 24/05/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (cm)	P' (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	MOR (Kg/cm²)	MOE (Kg/cm²)
	a	h						
CHONTAQUIRO-03	49.8	140.0	2520	857	10.56	3535	826	180813

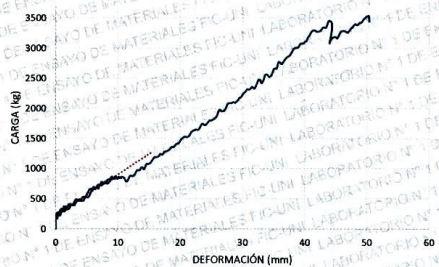
Condiciones ambientales	
T (°C)	H.R (%)
23.60	70.40

L Distancia entre apoyos
 P' Carga al límite proporcional
 Y Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional
 P Carga máxima
 MOR Resistencia a la flexión
 MOE Módulo de elasticidad a flexión estática



Prueba de flexión estática.

CARGA vs DEFORMACIÓN



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G.

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : LUIS ENRIQUE ESPINOZA URQUIZA
Obra : PROYECTO DE TESIS
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Madera a Escala Natural.
Expediente N° : 18-1825
Recibo N° : 60645
Fecha de emisión : 24/05/2018

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ALFRED J. AMSLER.
 Certificado de calibración: CMC-082-2017

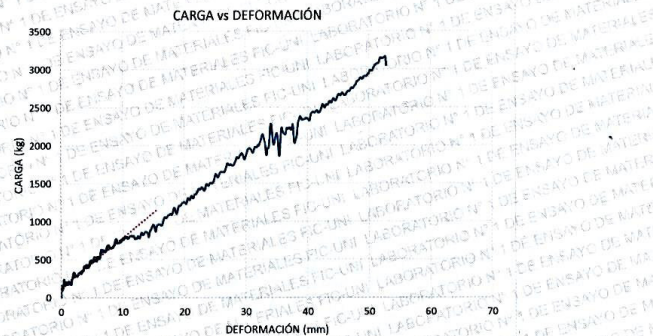
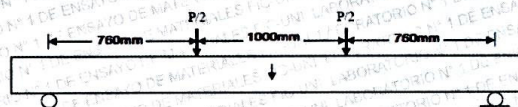
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.107.2017.
 Procedimiento interno AT-PR-17.

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA : Madera CHONTAQUIRO

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 24/05/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (cm)	P ^r (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	MOR (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)
	a	h						
CHONTAQUIRO-04	49.8	143.0	2520	776	10.73	3166	709	164997

Condiciones ambientales	
T (°C)	H.R (%)



- L : Distancia entre apoyos
- P^r : Carga al límite proporcional
- Y : Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional
- P : Carga máxima
- MOR : Resistencia a la flexión
- MOE : Módulo de elasticidad a flexión estática

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A.G.



Ana Torre Carrillo
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

- NOTAS:**
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



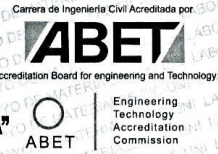
Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : LUIS ENRIQUE ESPINOZA URQUIZA
Obra : PROYECTO DE TESIS
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Madera a Escala Natural.
Expediente N° : 18-1825
Recibo N° : 60645
Fecha de emisión : 24/05/2018

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ALFRED J. AMSLER.
 Certificado de calibración: CMC-082-2017

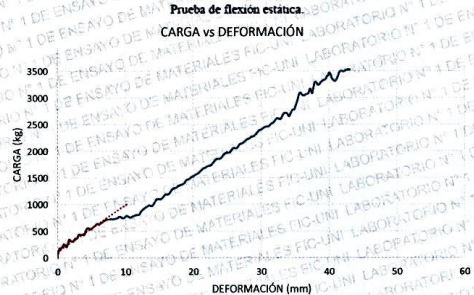
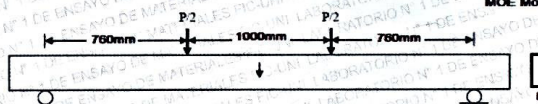
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 251.107-2017.
 Procedimiento interno AT-PR-17.

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Madera CHONTAQUIRO

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 24/05/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (cm)	P' (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	MOR (Kg/cm²)	MOE (Kg/cm²)
	a	h						
CHONTAQUIRO-05	50.0	140.0	2520	724	7.46	3528	821	228950

Condiciones ambientales	
T (°C)	H.R (%)
23.70	69.40



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A.G.

Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 Teléfono: (511) 381-3343
 Fax: (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



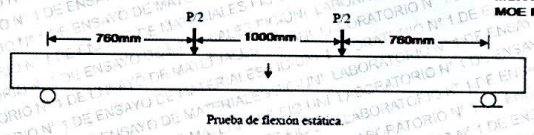
INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : LUIS ENRIQUE ESPINOZA URQUIZA
Obra : PROYECTO DE TESIS
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Madera a Escala Natural.
Expediente N° : 18-1825
Recibo N° : 60645
Fecha de emisión : 24/05/2018

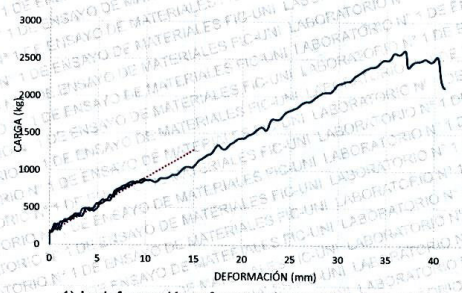
- 1.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial ALFRED J. AMSLER.
 Certificado de calibración: CMC-082-2017
- 2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 251.107:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-17
- 3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA** : Madera CHONTAQUIRO
- 4.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo : 24/05/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)		L (cm)	P' (Kg)	Y (mm)	P (Kg)	MOR (Kg/cm ²)	MOE (Kg/cm ²)
	a	h						
CHONTAQUIRO-02	50.0	141.0	2520	865	10.02	2623	602	193818

Condiciones ambientales	
T (°C)	H.R (%)
23.40	71.50



CARGA vs DEFORMACIÓN



L O Distancia entre apoyos
 P' Carga al límite proporcional
 Y Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional
 P Carga máxima
 MOR Resistencia a la flexión
 MOE Módulo de elasticidad a flexión estática

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P.
 : Sr. A.A.G.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



**ANEXO 05: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA PRENSA
UNIVERSAL.**

MFLE-1

38-16



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

AX-LF-015-2016

Expediente: 015

Página 1 de 2

Laboratorio de Fuerza - Área de Metrología

Fecha de calibración:	5 de julio de 2016	
Equipo:	PRENSA DE FLEXIÓN DE MADERA	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Marca / Fabricante:	AMSLER	
Modelo:	NO INDICA	
Serie / Identificación:	602231610006 - MFLE-01	Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.
Procedencia:	NO INDICA	
Ubicación:	LABORATORIO DE MATERIALES	
Capacidad máxima: (Máx.)	5000 kgF.	AXDA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
DEFROMIMETRO		
Capacidad:	100 mm	
Resolución:	0.5 mm	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación:	DIGITAL	
Marca:	HIWEIGH	
Modelo:	315	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Solicitante:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Dirección:	AV. TUPAC AMARU 210 LIMA- RIMAC
Lugar de calibración:	LABORATORIO MATERIALES- FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA AV. TUPAC AMARU 210 LIMA - RIMAC
Metodo de calibración:	La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de tracción/compresión. Verificación y Calibración del sistema de medida de fuerza" - Julio 2006

Sello



Fecha de emisión

11 de julio de 2016

Firma(s) autorizada/s

Fredy Balladares Purizaga
Jefe del servicio de Metrología

■ jasac@outlook.com / axdasac@gmail.com
■ 1) 381 4175
■ 7 092 328 / 993 417 749
■ Jiron de la Unión Mz 77 Lote 8 - Marquez - Callao

Laboratorio de Fuerza - Área de Metrología
Patrones de referencia

Patrón utilizado	Número de certificado / Informe	Trazabilidad de referencia
Celda de carga calibrada 1500 Kn con incertidumbre del orden de 0.6%	LEDI-PUCP INF-LE 426-15	Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland -USA

Observaciones:

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1,0, según la norma UNE-EN ISO 7500-1

Resultados de medición

Medida de Fuerza Equipo kgf		
Patrón kgf	F1 (kgf)	F2 (kgf)
500.00	496.3	496.3
1000.00	997.3	997.3
1500.00	1499.6	1499.6
2000.00	2000.1	2000.1
2500.00	2500.4	2500.5
3000.00	3001.3	3001.2
3500.00	3503.7	3503.6
4000.00	4006.2	4006.2
4500.00	4509.8	4510.0
5000.00	5011.9	5012.0

Medida de Deformación LVDT Equipo mm		
Patrón mm	F1 (mm)	F2 (mm)
10.00	10.00	10.00
20.00	20.00	20.00
30.00	30.00	30.00
40.00	40.00	40.00
50.00	50.00	50.00
60.00	60.00	60.00
70.00	70.00	70.00
80.00	80.00	80.00
90.00	90.00	90.00
100.00	100.00	100.00

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores encontrados en el Sistema Medición			Incertidumbre U(k=2) %
	Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Resol. Relativa a(%)	
500.00	-0.98	0.10	0.01	0.63
1000.00	-0.43	0.10	0.00	0.63
1500.00	-0.33	0.03	0.00	0.63
2000.00	-0.20	0.02	0.00	0.63
2500.00	-0.03	0.10	0.00	0.63
3000.00	-0.06	0.01	0.00	0.63
3500.00	-0.25	0.04	0.00	0.63
4000.00	-0.24	0.05	0.00	0.63
4500.00	-0.10	0.04	0.00	0.63
5000.00	-0.10	0.04	0.00	0.63

Incertidumbre

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de Influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Sello



Fecha de emisión

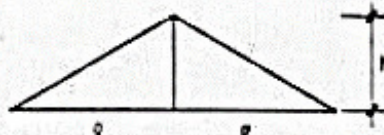
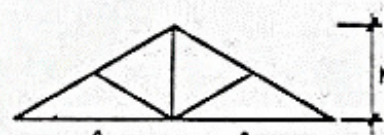

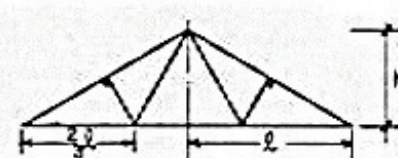
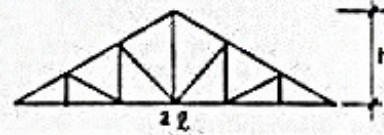
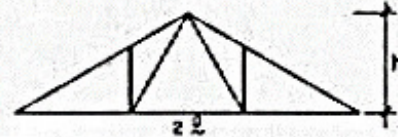
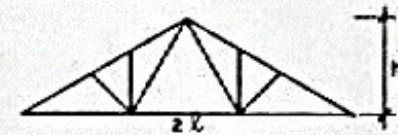
11 de julio de 2016

Firma/s autorizada/s

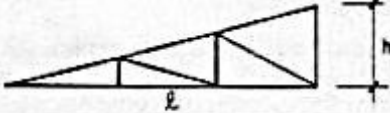
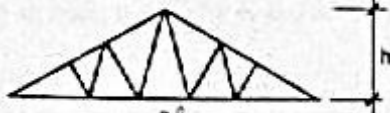

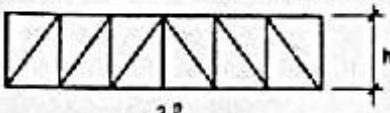
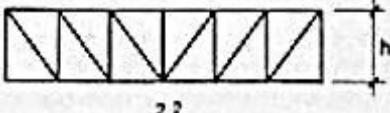
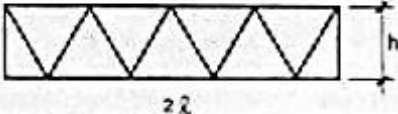
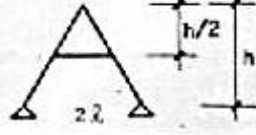

 Freddy Belladaires Purizaga
 Jefe del Servicio de Metrología

- jasac@outlook.com / axdasac@gmail.com
- 1) 381 4175
- 7 092 328 / 993 417 749
- Jiron de la Unión Mz 77 Lote 8 - Marquez - Callao

ANEXO 06: DISEÑO DE ARMADURA DE MADERA TÍPICO.

FORMA	LUCES APROPIADAS, m	$\frac{h}{L}$
 <p>A o Montante maestro</p>	4 - 9	$\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$
 <p>Montaña maestro</p>	4 - 9	$\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$
 <p>W</p>	4 - 9	$\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$
 <p>W (diagonal \perp a cuerda)</p>	4 - 9	$\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$
 <p>Howe</p>	6 - 12 o más (con más paños)	$\frac{1}{4} - \frac{5}{12}$
 <p>Pratt</p>	8 - 12 o más (con más paños)	$\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$
 <p>Abanico</p>	6 - 12	$\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$

Fuente: Manual de diseño para madera del grupo andina, JUNAC, 1984

FORMA	LUCES APROPIADAS, m	$\frac{h}{\ell}$
 <p>diente de sierra</p>	4 - 8	$\frac{1}{4} - \frac{1}{1.5}$
 <p>Beiga</p>	6 - 12	$\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$
 <p>doble montante maestro</p>	4 - 9	$\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$
 <p>Howe de cuerdas paralelas</p>	8 - 12	$\frac{1}{10} - \frac{1}{6}$
 <p>Pratt</p>	8 - 12 o más	$\frac{1}{10} - \frac{1}{6}$
 <p>Warren</p>	8 - 12 o más	$\frac{1}{10} - \frac{1}{6}$
 <p>par y nudillo</p>	4 - 12	$\frac{1}{2} - \frac{1}{1}$

Fuente: Manual de diseño para madera del grupo andina, JUNAC, 1984

ANEXO 07: TABLA DE PROPIEDADES DE ESCUADRIA.

Dimensiones		Area cm ²	Eje X		Eje Y		m ³ de madera por m (*) m ³ / m	Peso por m (**)		
Real b x h cm	Equivalente Comercial b x h pulg		I _x cm ⁴	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	Z _y cm ³		Grupo		
								A kg/m	B kg/m	C kg/m
1.5 x 2	3/4 x 1	3.0	1.0	1.0	0.6	0.7	0.00048	0.33	0.30	0.27
1.5 x 4	3/4 x 2	6.0	8.0	4.0	1.1	1.5	0.00097	0.66	0.60	0.54
1.5 x 6.5	3/4 x 3	9.7	34.3	10.6	1.8	2.4	0.00144	1.07	0.97	0.88
1.5 x 9	3/4 x 4	13.5	91.1	20.2	2.5	3.3	0.00193	1.48	1.35	1.21
1.5 x 14	3/4 x 6	21.0	343.0	49.0	3.9	5.2	0.00290	2.31	2.10	1.89
1.5 x 19	3/4 x 8	28.5	857.4	90.2	5.3	7.1	0.00387	3.13	2.85	2.56
1.5 x 24	3/4 x 10	36.0	1728.0	144.0	6.7	9.0	0.00484	3.96	3.60	3.24
1.5 x 29	3/4 x 12	43.5	3048.6	210.2	8.1	10.9	0.00580	4.78	4.35	3.91
2 x 2	1 x 1	4.0	1.3	1.3	1.3	1.3	0.00064	0.44	0.40	0.36
2 x 4	1 x 2	8.0	10.7	5.3	2.7	2.8	0.00130	0.88	0.80	0.72
2 x 6.5	1 x 3	13.0	45.8	14.1	4.3	4.3	0.00193	1.43	1.30	1.17
2 x 9	1 x 4	18.0	121.5	27.0	6.0	6.0	0.00257	1.98	1.80	1.62
2 x 14	1 x 6	28.0	457.3	65.3	9.3	9.3	0.00387	3.08	2.80	2.52
2 x 19	1 x 8	38.0	1143.2	120.3	12.7	12.6	0.00517	4.18	3.80	3.42
2 x 24	1 x 10	48.0	2304.0	192.0	16.0	16.0	0.00644	5.28	4.80	4.32
2 x 29	1 x 12	58.0	4064.8	280.3	19.3	19.3	0.00774	6.38	5.90	5.22
3 x 3	1 1/2 x 1 1/2	9.0	6.7	4.5	6.7	4.5	0.00144	0.99	0.90	0.81
3 x 4	1 1/2 x 2	12.0	16.0	8.0	9.0	6.0	0.00193	1.32	1.20	1.08
3 x 6.5	1 1/2 x 3	19.5	68.6	21.1	14.6	9.5	0.00290	2.14	1.95	1.75
3 x 9	1 1/2 x 4	27.0	182.2	40.5	20.2	13.5	0.00387	2.97	2.70	2.43
3 x 14	1 1/2 x 6	42.0	686.0	98.0	31.5	21.0	0.00580	4.62	4.20	3.78
3 x 19	1 1/2 x 8	57.0	1714.7	180.5	42.7	28.5	0.00774	6.27	5.70	5.13
3 x 24	1 1/2 x 10	72.0	3456.0	288.0	54.0	36.0	0.00967	7.92	7.20	6.48
3 x 29	1 1/2 x 12	87.0	6097.3	420.5	65.2	43.5	0.01161	9.57	8.70	7.83
4 x 4	2 x 2	16.0	21.3	10.7	21.3	10.7	0.00257	1.76	1.60	1.44
4 x 6.5	2 x 3	26.0	91.5	28.2	34.7	17.3	0.00387	2.86	2.60	2.34
4 x 9	2 x 4	36.0	243.0	54.0	48.0	24.0	0.00517	3.96	3.60	3.24
4 x 14	2 x 6	56.0	914.6	130.7	74.7	37.3	0.00774	6.16	5.60	5.04
4 x 16.5	2 x 7	66.0	1497.4	181.5	89.0	49.0	0.00904	7.26	6.60	5.94
4 x 19	2 x 8	76.0	2265.3	240.6	101.3	50.7	0.01031	8.36	7.60	6.84
4 x 24	2 x 10	96.0	4608.0	384.0	128.0	64.0	0.01291	10.56	9.60	8.64
4 x 29	2 x 12	116.0	8129.7	560.6	154.7	77.3	0.01548	12.76	11.60	10.44
5 x 5	2 1/2 x 2 1/2	25.0	52.1	20.8	52.1	20.8	0.00404	2.75	2.50	2.25
5 x 6.5	2 1/2 x 3	32.5	114.4	35.2	67.7	27.1	0.00484	3.57	3.25	2.92
5 x 9	2 1/2 x 4	45.0	303.7	67.5	93.7	37.5	0.00644	4.95	4.50	4.05
5 x 14	2 1/2 x 6	70.0	1143.3	163.3	145.8	58.3	0.00967	7.70	7.00	6.30
5 x 16.5	2 1/2 x 7	82.5	1871.7	225.9	171.9	68.7	0.01128	9.07	8.25	7.42
5 x 19	2 1/2 x 8	95.0	2857.9	300.8	197.9	79.1	0.01291	10.45	9.50	8.55
5 x 24	2 1/2 x 10	120.0	5760.0	480.0	250.0	100.0	0.01612	13.20	12.00	10.80
5 x 29	2 1/2 x 12	145.0	10162.1	700.8	302.1	120.8	0.01935	15.95	14.50	13.05
6.5 x 6.5	3 x 3	42.2	148.7	45.7	148.7	45.7	0.00580	4.64	4.22	3.80
6.5 x 9	3 x 4	58.5	394.9	87.7	206.0	63.4	0.00774	6.43	5.85	5.26
6.5 x 14	3 x 6	91.0	1486.3	212.3	320.4	98.8	0.01181	10.01	9.10	8.19
6.5 x 16.5	3 x 7	107.2	2433.2	294.9	377.6	115.2	0.01354	11.30	10.72	9.68
6.5 x 19	3 x 8	123.5	3715.3	391.1	434.8	133.8	0.01548	13.58	12.35	11.11
6.5 x 24	3 x 10	156.0	7488.0	624.0	549.2	169.0	0.01935	17.16	15.60	14.04
6.5 x 29	3 x 12	188.5	13210.7	911.1	663.7	204.2	0.02322	20.73	18.85	16.96
9 x 9	4 x 4	81.0	546.7	121.5	546.7	121.5	0.01031	8.31	8.10	7.29
9 x 14	4 x 6	126.0	2058.0	294.0	850.5	189.0	0.01548	13.86	12.60	11.34
9 x 16.5	4 x 7	148.5	3361.1	408.3	1002.4	222.7	0.01808	16.33	14.81	13.34
9 x 19	4 x 8	171.0	5144.2	541.5	1154.2	256.5	0.02065	18.81	17.10	15.39
9 x 24	4 x 10	216.0	10368.0	864.0	1458.0	324.0	0.02579	23.76	21.60	19.44
9 x 29	4 x 12	261.0	18291.8	1261.0	1761.7	391.5	0.03096	28.71	26.10	23.49

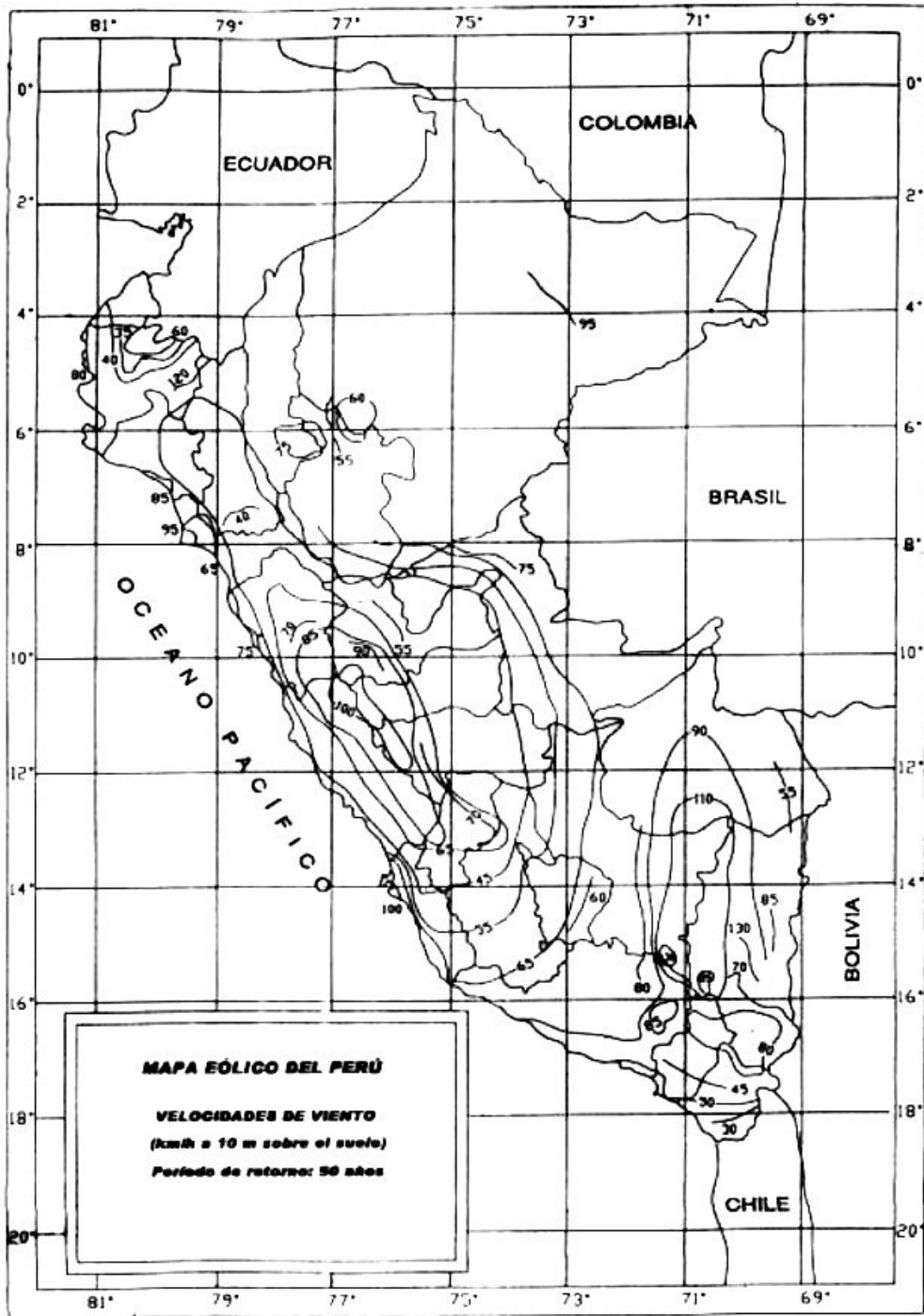
Fuente: Manual de diseño para madera del grupo andina, JUNAC, 1984.

ANEXO 08: FACTORES DE FORMA(C)

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	±0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 -0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
* El signo positivo indica presión y el negativo succión.		

Fuente: Norma E.020 De Carga, Del Reglamento Nacional De Edificaciones (2016).

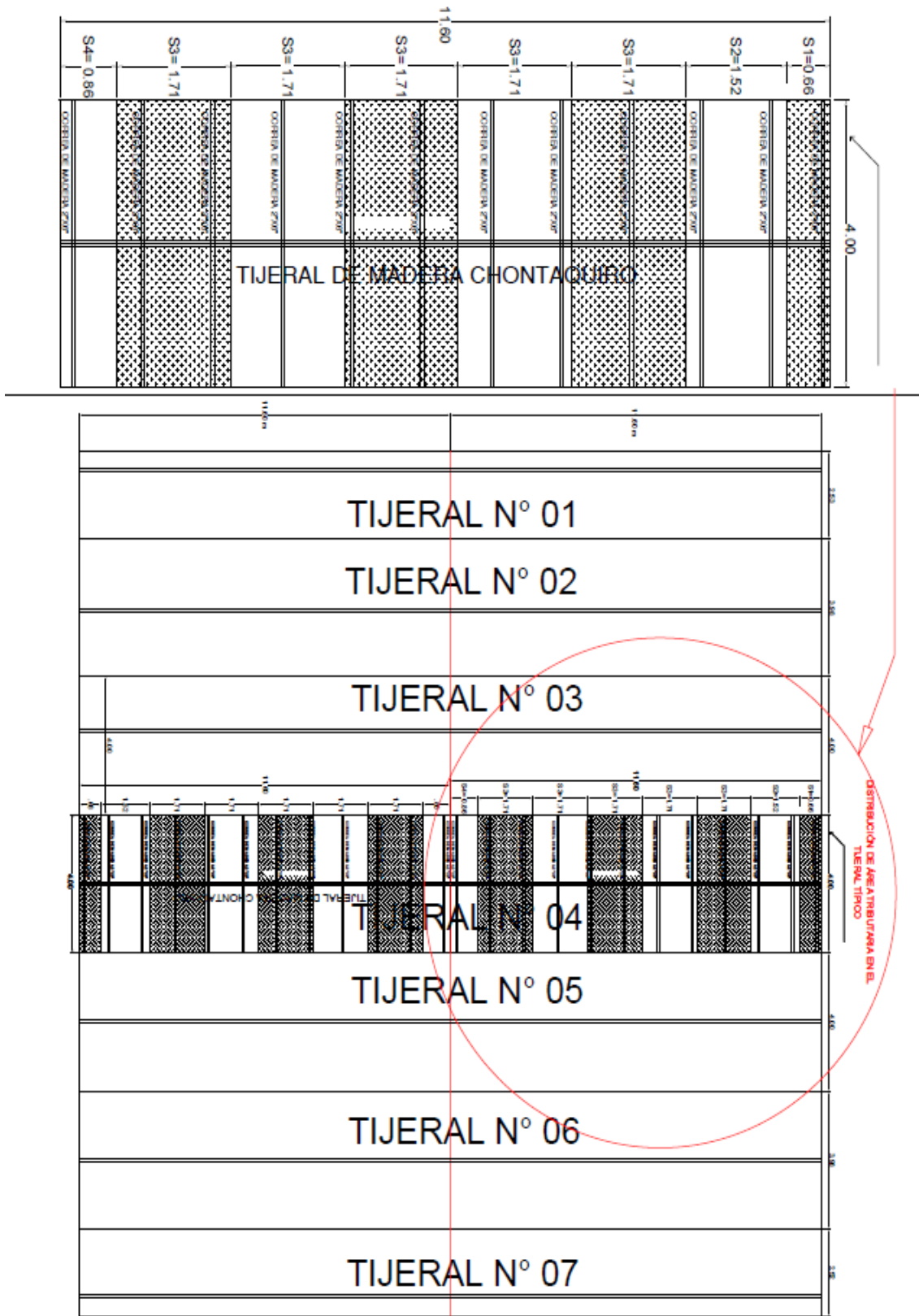
ANEXO 09: MAPA EÓLICO DE DISTRIBUCIÓN DE VIENTO DEL PERÚ.



Fuente: Norma E.020 De Carga, Del Reglamento Nacional De Edificaciones (2016).

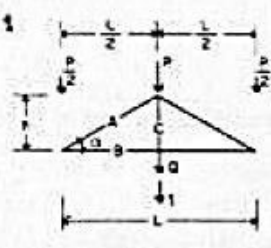
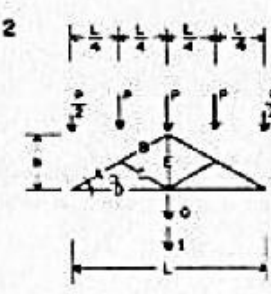
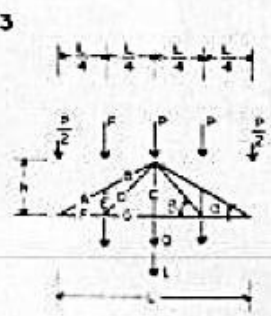
ANEXO N° 10 PLANOS DE COBERTURA - ANCHOS TRIBUTARIOS

DISTRIBUCIÓN DE ÁREA TRIBUTARIA EN EL TIJERAL TÍPICO



ANEXO 11: TABLA DE COEFICIENTE DE LONGITUD Y CARGA

Tabla 11.3: coeficientes de longitud y carga.

TIPO DE ARMADURA	COEF. DE	ELEMEN- TO	FORMULA GENERAL	PENDIENTE			
				1/2	5/12	1/3	1/4
	C _L	A	$0.50 \sec \alpha$	0.559	0.542	0.527	0.515
		B	0.50	0.500	0.500	0.500	0.500
		C	$0.50 \operatorname{tg} \alpha$	0.250	0.208	0.167	0.125
	C _p	A	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06
		B	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00
		C	0.00	- 0.00	- 0.00	- 0.00	
	C _Q δ C ₁	A	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06
		B	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00
		C	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
	C _L	ABC	$0.25 \sec \alpha$	0.280	0.271	0.263	0.257
		D	0.50	0.500	0.500	0.500	0.500
		E	$0.50 \operatorname{tg} \alpha$	0.250	0.208	0.167	0.125
	C _p	A	$1.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 3.36	+ 3.90	+ 4.74	+ 5.18
		B	$1.00 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 2.24	+ 2.60	+ 3.16	+ 4.12
		C	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06
		D	$- 1.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 3.00	- 3.60	- 4.50	- 6.00
		E	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
	C _Q δ C ₁	AB	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06
C		0.00	0.00	0.00	0.00		
D		$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00	
E	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00			
	C _L	AB	$0.25 \sec \alpha$	0.280	0.271	0.263	0.257
		C	$0.50 \operatorname{tg} \alpha$	0.250	0.208	0.167	0.125
		D	$0.25 \sec \beta$	0.354	0.325	0.300	0.280
		E	$0.25 \operatorname{tg} \alpha$	0.125	0.104	0.083	0.062
		FG	0.25	0.250	0.250	0.250	0.250
		FG	0.25	0.250	0.250	0.250	0.250
	C _p	AB	$1.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 3.36	+ 3.90	+ 4.74	+ 5.18
		C	0.00	0.00	0.00	0.00	
		D	$- 1.00 \operatorname{cosec} \beta$	- 1.41	- 1.56	- 1.80	- 2.24
		E	1.00	+ 1.00	+ 1.00	+ 1.00	
		F	$- 1.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 3.00	- 3.60	- 4.50	- 6.00
		G	$- 0.50 (L/h)$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00
		G	$- 0.50 (L/h)$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00
	C _Q δ C ₁	AB	$1.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 3.36	+ 3.90	+ 4.74	+ 5.18
		C	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
D		$- 1.00 \operatorname{cosec} \beta$	- 1.41	- 1.56	- 1.80	- 2.24	
E		0.00	0.00	0.00	0.00		
F		$- 1.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 3.00	- 3.60	- 4.50	- 6.00	
G		$- 0.50 (L/h)$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00	
G		$- 0.50 (L/h)$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00	
C ₁	AB	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06	
	C	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00		
	DE	0.00	0.00	0.00	0.00		
	FG	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00	

Fuente: Manual de diseño para madera del grupo andina, JUNAC, 1984

ANEXO 11: TABLA DE COEFICIENTE DE LONGITUD Y CARGA

TIPO DE ARMADURA	COEF. DE	ELEMENTO	FORMULA GENERAL	PENDIENTE			
				1/2	5/12	1/3	1/4
	C _L	ABCD	$0.167 \sec \alpha$	0.187	0.181	0.176	0.172
		E	$0.333 \operatorname{tg} \alpha$	0.167	0.139	0.111	0.083
		F	$0.167 \sec \beta$	0.236	0.217	0.201	0.187
		GH	0.333	0.333	0.333	0.333	
	C _p	A	$2.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 5.60	+ 6.50	+ 7.90	+10.30
		B	$2.00 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 4.48	+ 5.20	+ 6.32	+ 8.24
		C	$2.00 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 4.48	+ 5.20	+ 6.32	+ 8.24
		DE	1.00	+ 1.00	+ 1.00	+ 1.00	+ 1.00
		F	$-1.50 \operatorname{cosec} \beta$	- 2.12	- 2.34	- 2.70	- 3.35
		G	$-2.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 5.00	- 5.00	- 7.50	-10.00
		H	$-0.38 \operatorname{ctg} \alpha$	- 0.76	- 0.91	- 1.14	- 1.52
		C _Q	ABC	$1.00 \operatorname{cosec} \alpha$	- 2.24	+ 2.60	- 3.16
DE	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	
F	$-1.00 \operatorname{cosec} \beta$		- 1.41	- 1.56	- 1.80	- 2.24	
G	$-1.00 \operatorname{ctg} \alpha$		- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00	
H	$-0.33 (L/h)$		- 1.35	- 1.60	- 2.00	- 2.67	
C ₁	ABC	$0.67 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.50	+ 1.74	+ 2.12	+ 2.76	
	DE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	F	$-1.00 \operatorname{cosec} \beta$	- 1.41	- 1.56	- 1.80	- 2.24	
	G	$-0.67 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.34	- 1.61	- 2.01	- 2.68	
	A'B'C'	$0.33 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 0.74	+ 0.86	+ 1.04	+ 1.36	
	D'E'F'	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	H'G'	$-0.33 \operatorname{ctg} \alpha$	- 0.66	- 0.79	- 1.00	- 1.32	
	C _L	AB	$0.25 \sec \alpha$	0.230	0.271	0.253	0.257
		C	$0.25 \sec \alpha \operatorname{tg} \alpha$	0.140	0.113	0.088	0.064
		DE	$0.25 \sec^2 \alpha$	0.314	0.294	0.277	0.254
		F	$(1-0.50 \sec^2 \alpha)$	0.372	0.412	0.446	0.472
	C _p	A	$1.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 3.36	+ 3.90	+ 4.74	+ 6.18
		B	$(0.50 \cos^2 \alpha) \operatorname{cosec} \alpha$	+ 2.89	+ 3.50	+ 4.43	+ 5.94
		C	$1.00 \cos \alpha$	+ 0.89	+ 0.92	+ 0.95	+ 0.97
		D	$-1.00 \cos^2 \alpha \operatorname{cosec} \beta$	- 0.64	- 1.19	- 1.51	- 2.01
		E	$-1.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 3.00	- 3.60	- 4.50	- 6.00
		F	$-0.50 (L/h)$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00
	C _Q	AB	$1.00 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 2.24	+ 2.60	+ 3.16	+ 4.12
		C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DF		$-1.00 \operatorname{cosec} \beta$	- 1.25	- 1.41	- 1.67	- 2.14	
E		$-1.00 \operatorname{ctg} \alpha$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00	
C ₁	AB	$(1.00-0.25 \sec^2 \alpha) \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.54	+ 1.84	+ 2.29	+ 3.03	
	D	$-1.00 \operatorname{cosec} 2 \alpha$	- 1.25	- 1.41	- 1.67	- 2.12	
	E	$-(\operatorname{ctg} \alpha - 0.50 \operatorname{cosec} 2 \alpha)$	- 1.38	- 1.70	- 2.17	- 2.94	
	A'B'	$0.25 \operatorname{cosec} \alpha \sec^2 \alpha$	+ 0.70	+ 0.76	+ 0.83	+ 1.09	
	C'C'D'	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	F'E'	$-0.50 \operatorname{cosec} 2 \alpha$	- 0.62	- 0.85	- 1.08	- 1.47	

Fuente: Manual de diseño para madera del grupo andina, JUNAC, 1984

ANEXO 11: TABLA DE COEFICIENTE DE LONGITUD Y CARGA

TIPO DE ARMADURA	COEF. DE	ELEM. MENTO	FORMULA GENERAL	PENDIENTE			
				1/2	5/12	1/3	1/4
	C _L	AB	$0.50 \sec \alpha$	0.559	0.542	0.527	0.521
		C	$0.50 \operatorname{tg} \alpha$	0.250	0.208	0.167	0.125
		D	$0.50 \sec \alpha$	0.559	0.542	0.527	0.521
		E	$1.00 \operatorname{tg} \alpha$	0.500	0.416	0.334	0.250
		FG	0.50	0.500	0.500	0.500	0.500
	C _p	AD	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06
		BC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		E	0.50	+ 0.50	+ 0.50	+ 0.50	+ 0.50
		FG	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00
	C _Q	BE	0.00	0.00	0.00	0.00	
		C	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
	C ₁	AD	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06
		FG	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00

Fuente: Manual de diseño para madera del grupo andina, JUNAC, 1984

ANEXO 12: TABLA DE CÁLCULO DE FUERZAS INTERNAS - SAP2000.

Table from Element Forces - Frames								
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	Tipo de Esfuerzo	
Text	cm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf-cm		
CUERDA SUPERIOR								
CUERDA SUPERIOR	1	0	SERVICIO	Combination	276.5	-39.87	0	T
	1	65.89	SERVICIO	Combination	276.5	0	3039	T
	1	131.8	SERVICIO	Combination	276.5	92.24	0	T
	1	0	SERVICIO	Combination	212.9	-92.24	0	T
	1	65.89	SERVICIO	Combination	226.2	0	1313	T
	1	131.8	SERVICIO	Combination	239.5	39.87	0	T
	2	0	SERVICIO	Combination	-528	-51.83	0	C
	2	85.65	SERVICIO	Combination	-496	0	5135	C
	2	171.3	SERVICIO	Combination	-463	119.91	0	C
	2	0	SERVICIO	Combination	-621	-119.9	0	C
	2	85.65	SERVICIO	Combination	-621	0	2220	C
	2	171.3	SERVICIO	Combination	-621	51.83	0	C
	3	0	SERVICIO	Combination	-528	-51.83	0	C
	3	85.65	SERVICIO	Combination	-496	0	5135	C
	3	171.3	SERVICIO	Combination	-463	119.91	0	C
	3	0	SERVICIO	Combination	-701	-119.9	0	C
	3	85.65	SERVICIO	Combination	-701	0	2220	C
	3	171.3	SERVICIO	Combination	-701	51.83	0	C
	4	0	SERVICIO	Combination	-315	-51.83	0	C
	4	85.65	SERVICIO	Combination	-283	0	5135	C
	4	171.3	SERVICIO	Combination	-250	119.91	0	C
	4	0	SERVICIO	Combination	-482	-119.9	0	C
	4	85.65	SERVICIO	Combination	-482	0	2220	C
	4	171.3	SERVICIO	Combination	-482	51.83	0	C
	5	0	SERVICIO	Combination	-315	-51.83	0	C
	5	85.65	SERVICIO	Combination	-283	0	5135	C
	5	171.3	SERVICIO	Combination	-250	119.91	0	C
	5	0	SERVICIO	Combination	-562	-119.9	0	C
	5	85.65	SERVICIO	Combination	-562	0	2220	C
	5	171.3	SERVICIO	Combination	-562	51.83	0	C
6	0	SERVICIO	Combination	227.1	-51.83	0	T	
6	85.65	SERVICIO	Combination	244.4	0	5135	T	
6	171.3	SERVICIO	Combination	265.3	119.91	0	T	
6	0	SERVICIO	Combination	3.08	-119.9	0	T	
6	85.65	SERVICIO	Combination	3.08	0	2220	T	

6	171.3	SERVICIO	Combination	3.08	51.83	0	T
7	0	SERVICIO	Combination	227.1	-51.83	0	T
7	85.65	SERVICIO	Combination	244.4	0	5135	T
7	171.3	SERVICIO	Combination	265.3	119.91	0	T
7	0	SERVICIO	Combination	-76.9	-119.9	0	C
7	85.65	SERVICIO	Combination	-76.9	0	2220	C
7	171.3	SERVICIO	Combination	-76.9	51.83	0	C
8	0	SERVICIO	Combination	501.3	102.78	0	T
8	85.65	SERVICIO	Combination	501.3	0	4176	T
8	171.3	SERVICIO	Combination	501.3	97.5	0	T
8	0	SERVICIO	Combination	200.3	-97.5	0	T
8	85.65	SERVICIO	Combination	232.8	0	-4402	T
8	171.3	SERVICIO	Combination	261.7	-102.8	0	T
9	0	SERVICIO	Combination	432.7	102.78	0	T
9	85.65	SERVICIO	Combination	432.7	0	4176	T
9	171.3	SERVICIO	Combination	432.7	97.5	0	T
9	0	SERVICIO	Combination	200.3	-97.5	0	T
9	85.65	SERVICIO	Combination	232.8	0	-4402	T
9	171.3	SERVICIO	Combination	261.7	-102.8	0	T
10	0	SERVICIO	Combination	881.8	102.78	0	T
10	85.65	SERVICIO	Combination	881.8	0	4176	T
10	171.3	SERVICIO	Combination	881.8	97.5	0	T
10	0	SERVICIO	Combination	-323	-97.5	0	C
10	85.65	SERVICIO	Combination	-305	0	-4402	C
10	171.3	SERVICIO	Combination	-288	-102.8	0	C
11	0	SERVICIO	Combination	813.2	102.78	0	T
11	85.65	SERVICIO	Combination	813.2	0	4176	T
11	171.3	SERVICIO	Combination	813.2	97.5	0	T
11	0	SERVICIO	Combination	-323	-97.5	0	C
11	85.65	SERVICIO	Combination	-305	0	-4402	C
11	171.3	SERVICIO	Combination	-288	-102.8	0	C
12	0	SERVICIO	Combination	884.6	102.78	0	T
12	85.65	SERVICIO	Combination	884.6	0	4176	T
12	171.3	SERVICIO	Combination	884.6	97.5	0	T
12	0	SERVICIO	Combination	-542	-97.5	0	C
12	85.65	SERVICIO	Combination	-525	0	-4402	C
12	171.3	SERVICIO	Combination	-508	-102.8	0	C
13	0	SERVICIO	Combination	816	102.78	0	T
13	85.65	SERVICIO	Combination	816	0	4176	T
13	171.3	SERVICIO	Combination	816	97.5	0	T
13	0	SERVICIO	Combinatio	-542	-97.5	0	C

	13	85.65	SERVICIO	Combination	-525	0	-4402	C
	13	171.3	SERVICIO	Combination	-508	-102.8	0	C
	14	0	SERVICIO	Combination	224.8	79.06	0	T
	14	65.89	SERVICIO	Combination	249.8	0	2471	T
	14	131.8	SERVICIO	Combination	274.8	75	0	T
	14	0	SERVICIO	Combination	-237	-75	0	C
	14	65.89	SERVICIO	Combination	-237	0	-2605	C
	14	131.8	SERVICIO	Combination	-237	-79.06	0	C
CUERDA INFERIOR								
CUERDA INFERIOR	15	0		Combination	-215	0	0	C
	15	41.67		Combination	-215	0	821	C
	15	83.33		Combination	-215	9.85	821	C
	15	125		Combination	-215	29.56	0	C
	15	0		Combination	-291	-29.56	0	C
	15	41.67		Combination	-291	-9.85	0	C
	15	83.33		Combination	-291	0	0	C
	15	125		Combination	-291	0	0	C
	16	0		Combination	662.8	0	0	T
	16	40.63		Combination	662.8	0	1171	T
	16	81.25		Combination	662.8	0	1561	T
	16	121.88		Combination	662.8	19.21	1171	T
	16	162.5		Combination	662.8	38.42	0	T
	16	0		Combination	-237	-38.42	0	C
	16	40.63		Combination	-237	-19.21	0	C
	16	81.25		Combination	-237	0	0	C
	16	121.88		Combination	-237	0	0	C
	16	162.5		Combination	-237	0	0	C
	17	0		Combination	1391	0	0	T
	17	40.63		Combination	1391	0	1171	T
	17	81.25		Combination	1391	0	1561	T
	17	121.88		Combination	1391	19.21	1171	T
	17	162.5		Combination	1391	38.42	0	T
	17	0		Combination	444	-38.42	0	T
	17	40.63		Combination	444	-19.21	0	T
	17	81.25		Combination	444	0	0	T
	17	121.88		Combination	444	0	0	T
	17	162.5		Combination	444	0	0	T
	18	0		Combination	1391	0	0	T
	18	40.63		Combination	1391	0	1171	T
	18	81.25		Combination	1391	0	1561	T
	18	121.88		Combination	1391	19.21	1171	T
18	162.5		Combination	139	38.42	0	T	

18	0	Combination	444	-38.42	0	T
18	40.63	Combination	444	-19.21	0	T
18	81.25	Combination	444	0	0	T
18	121.88	Combination	444	0	0	T
18	162.5	Combination	444	0	0	T
19	0	Combination	872.7	0	0	T
19	40.63	Combination	872.7	0	1171	T
19	81.25	Combination	872.7	0	1561	T
19	121.88	Combination	872.7	19.21	1171	T
19	162.5	Combination	872.7	38.42	0	T
19	0	Combination	37.05	-38.42	0	T
19	40.63	Combination	37.05	-19.21	0	T
19	81.25	Combination	37.05	0	0	T
19	121.88	Combination	37.05	0	0	T
19	162.5	Combination	37.05	0	0	T
20	0	Combination	872.7	0	0	T
20	40.63	Combination	872.7	0	1171	T
20	81.25	Combination	872.7	0	1561	T
20	121.88	Combination	872.7	19.21	1171	T
20	162.5	Combination	872.7	38.42	0	T
20	0	Combination	37.05	-38.42	0	T
20	40.63	Combination	37.05	-19.21	0	T
20	81.25	Combination	37.05	0	0	T
20	121.88	Combination	37.05	0	0	T
20	162.5	Combination	37.05	0	0	T
21	0	Combination	213	0	0	T
21	40.63	Combination	213	0	1171	T
21	81.25	Combination	213	0	1561	T
21	121.88	Combination	213	19.21	1171	T
21	162.5	Combination	213	38.42	0	T
21	0	Combination	-531	-38.42	0	C
21	40.63	Combination	-531	-19.21	0	C
21	81.25	Combination	-531	0	0	C
21	121.88	Combination	-531	0	0	C
21	162.5	Combination	-531	0	0	C
22	0	Combination	213	0	0	T
22	40.63	Combination	213	0	1171	T
22	81.25	Combination	213	0	1561	T
22	121.88	Combination	213	19.21	1171	T
22	162.5	Combination	213	38.42	0	T
22	0	Combination	-531	-38.42	0	C

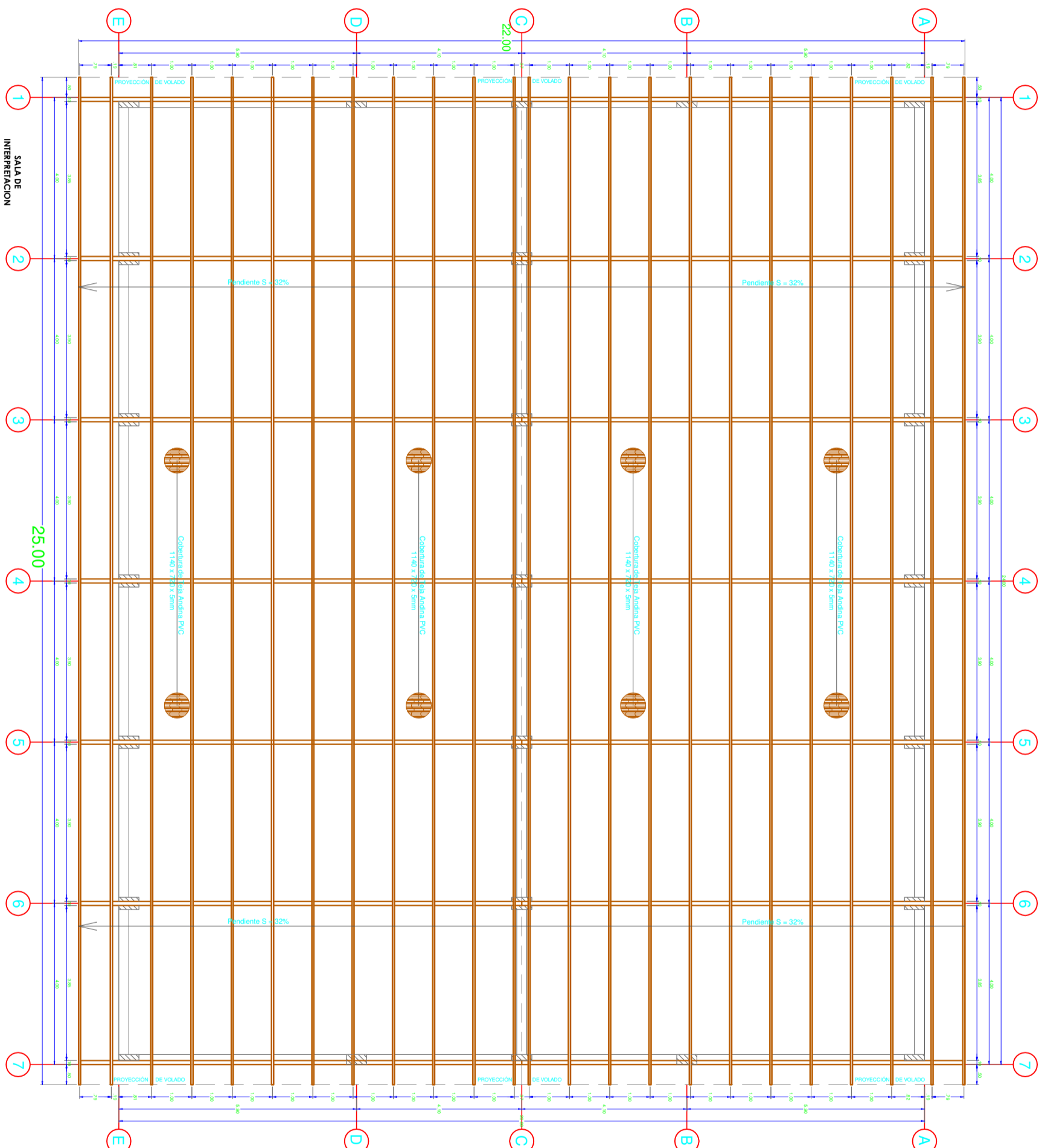
	22	40.63	Combination	-531	-19.21	0	C
	22	81.25	Combination	-531	0	0	C
	22	121.88	Combination	-531	0	0	C
	22	162.5	Combination	-531	0	0	C
	23	0	Combination	45.65	0	0	T
	23	40.63	Combination	45.65	0	1171	T
	23	81.25	Combination	45.65	0	1561	T
	23	121.88	Combination	45.65	19.21	1171	T
	23	162.5	Combination	45.65	38.42	0	T
	23	0	Combination	-330	-38.42	0	C
	23	40.63	Combination	-330	-19.21	0	C
	23	81.25	Combination	-330	0	0	C
	23	121.88	Combination	-330	0	0	C
	23	162.5	Combination	-330	0	0	C
	24	0	Combination	45.65	0	0	T
	24	40.63	Combination	45.65	0	1171	T
	24	81.25	Combination	45.65	0	1561	T
	24	121.88	Combination	45.65	19.21	1171	T
	24	162.5	Combination	45.65	38.42	0	T
	24	0	Combination	-330	-38.42	0	C
	24	40.63	Combination	-330	-19.21	0	C
	24	81.25	Combination	-330	0	0	C
	24	121.88	Combination	-330	0	0	C
	24	162.5	Combination	-330	0	0	C
	25	0	Combination	471.6	0	0	T
	25	40.63	Combination	471.6	0	1171	T
	25	81.25	Combination	471.6	0	1561	T
	25	121.88	Combination	471.6	19.21	1171	T
	25	162.5	Combination	471.6	38.42	0	T
	25	0	Combination	-718	-38.42	0	C
	25	40.63	Combination	-718	-19.21	0	C
	25	81.25	Combination	-718	0	0	C
	25	121.88	Combination	-718	0	0	C
	25	162.5	Combination	-718	0	0	C
	26	0	Combination	471.6	0	0	T
	26	40.63	Combination	471.6	0	1171	T
	26	81.25	Combination	471.6	0	1561	T
	26	121.88	Combination	471.6	19.21	1171	T
	26	162.5	Combination	471.6	38.42	0	T
	26	0	Combination	-718	-38.42	0	C
	26	40.63	Combination	-718	-19.21	0	C

	26	81.25	Combination	-718	0	0	C
	26	121.88	Combination	-718	0	0	C
	26	162.5	Combination	-718	0	0	C
	27	0	Combination	249.8	0	0	T
	27	40.63	Combination	249.8	0	1171	T
	27	81.25	Combination	249.8	0	1561	T
	27	121.88	Combination	249.8	19.21	1171	T
	27	162.5	Combination	249.8	38.42	0	T
	27	0	Combination	-237	-38.42	0	C
	27	40.63	Combination	-237	-19.21	0	C
	27	81.25	Combination	-237	0	0	C
	27	121.88	Combination	-237	0	0	C
	27	162.5	Combination	-237	0	0	C
	28	0	Combination	249.8	0	0	T
	28	41.67	Combination	249.8	0	821	T
	28	83.33	Combination	249.8	9.85	821	T
	28	125	Combination	249.8	29.56	0	T
	28	0	Combination	-237	-29.56	0	C
	28	41.67	Combination	-237	-9.85	0	C
	28	83.33	Combination	-237	0	0	C
	28	125	Combination	-237	0	0	C
	MONTANTE						
MONTANTE	29	0	Combination	-526	0	0	C
	29	20.85	Combination	-525	0	0	C
	29	41.71	Combination	-523	0	0	C
	29	0	Combination	-686	0	0	C
	29	20.85	Combination	-686	0	0	C
	29	41.71	Combination	-686	0	0	C
	30	0	Combination	-116	0	0	C
	30	47.96	Combination	-113	0	0	C
	30	95.92	Combination	-109	0	0	C
	30	0	Combination	-253	0	0	C
	30	47.96	Combination	-253	0	0	C
	30	95.92	Combination	-253	0	0	C
	31	0	Combination	76.85	0	0	T
	31	75.07	Combination	82.32	0	0	T
	31	150.14	Combination	87.79	0	0	T
	31	0	Combination	0	0	0	
	31	75.07	Combination	0	0	0	
	31	150.14	Combination	0	0	0	
	32	0	Combination	-124	0	0	C

	32	102.18	Combination	-117	0	0	C
	32	204.35	Combination	-109	0	0	C
	32	0	Combination	-253	0	0	C
	32	102.18	Combination	-253	0	0	C
	32	204.35	Combination	-253	0	0	C
	33	0	Combination	76.85	0	0	T
	33	129.28	Combination	86.27	0	0	T
	33	258.57	Combination	95.7	0	0	T
	33	0	Combination	0	0	0	
	33	129.28	Combination	0	0	0	
	33	258.57	Combination	0	0	0	
	34	0	Combination	-132	0	0	C
	34	156.39	Combination	-121	0	0	C
	34	312.78	Combination	-109	0	0	C
	34	0	Combination	-253	0	0	C
	34	156.39	Combination	-253	0	0	C
	34	312.78	Combination	-253	0	0	C
	35	0	Combination	-281	0	0	C
	35	183.5	Combination	-281	0	0	C
	35	367	Combination	-281	0	0	C
	35	0	Combination	-1672	0	0	C
	35	183.5	Combination	-1659	0	0	C
	35	367	Combination	-1646	0	0	C
	36	0	Combination	216.7	0	0	T
	36	156.39	Combination	216.7	0	0	T
	36	312.78	Combination	216.7	0	0	T
	36	0	Combination	-206	0	0	C
	36	156.39	Combination	-206	0	0	C
	36	312.78	Combination	-206	0	0	C
	37	0	Combination	76.85	0	0	T
	37	129.28	Combination	86.27	0	0	T
	37	258.57	Combination	95.7	0	0	T
	37	0	Combination	0	0	0	
	37	129.28	Combination	0	0	0	
	37	258.57	Combination	0	0	0	
	38	0	Combination	216.7	0	0	T
	38	102.18	Combination	216.7	0	0	T
	38	204.35	Combination	216.7	0	0	T
	38	0	Combination	-206	0	0	C
	38	102.18	Combination	-206	0	0	C

	38	204.35	Combination	-206	0	0	C
	39	0	Combination	76.85	0	0	T
	39	75.07	Combination	82.32	0	0	T
	39	150.14	Combination	87.79	0	0	T
	39	0	Combination	0	0	0	
	39	75.07	Combination	0	0	0	
	39	150.14	Combination	0	0	0	
	40	0	Combination	216.7	0	0	T
	40	47.96	Combination	216.7	0	0	T
	40	95.92	Combination	216.7	0	0	T
	40	0	Combination	-206	0	0	C
	40	47.96	Combination	-206	0	0	C
	40	95.92	Combination	-206	0	0	C
	41	0	Combination	747.3	0	0	T
	41	20.85	Combination	747.3	0	0	T
	41	41.71	Combination	747.3	0	0	T
	41	0	Combination	-599	0	0	C
	41	20.85	Combination	-599	0	0	C
	41	41.71	Combination	-599	0	0	C
	DIAGONAL						
DIAGONAL	42	0	Combination	809.4	0	0	T
	42	83.88	Combination	809.4	0	248	T
	42	167.77	Combination	809.4	5.92	0	T
	42	0	Combination	730	-5.92	0	T
	42	83.88	Combination	730	0	0	T
	42	167.77	Combination	730	0	0	T
	43	0	Combination	76.07	0	0	T
	43	110.62	Combination	76.07	0	328	T
	43	221.24	Combination	76.07	5.92	0	T
	43	0	Combination	30.5	-5.92	0	T
	43	110.62	Combination	35.52	0	0	T
	43	221.24	Combination	35.52	0	0	T
	44	0	Combination	-239	0	0	C
	44	110.62	Combination	-239	0	328	C
	44	221.24	Combination	-239	5.92	0	C
	44	0	Combination	-309	-5.92	0	C
	44	110.62	Combination	-309	0	0	C
	44	221.24	Combination	-309	0	0	C
	45	0	Combination	546.6	0	0	T
	45	152.7	Combination	546.6	0	452	T
	45	305.39	Combination	546.6	5.92	0	T
	45	0	Combination	434.5	-5.92	0	T
	45	152.7	Combination	434.5	0	0	T
	45	305.39	Combination	434.5	0	0	T
46	0	Combination	-485	0	0	C	
46	152.7	Combination	-485	0	452	C	
46	305.39	Combination	-485	5.92	0	C	



46	0	Combination	-604	-5.92	0	C
46	152.7	Combination	-604	0	0	C
46	305.39	Combination	-604	0	0	C
47	0	Combination	835.8	0	0	T
47	200.68	Combination	835.8	0	594	T
47	401.37	Combination	835.8	5.92	0	T
47	0	Combination	673.5	-5.92	0	T
47	200.68	Combination	673.5	0	0	T
47	401.37	Combination	673.5	0	0	T
48	0	Combination	726.2	0	0	T
48	200.68	Combination	739.6	0	594	T
48	401.37	Combination	752.9	5.92	0	T
48	0	Combination	-693	-5.92	0	C
48	200.68	Combination	-693	0	0	C
48	401.37	Combination	-693	0	0	C
49	0	Combination	492.7	0	0	T
49	152.7	Combination	492.7	0	452	T
49	305.39	Combination	492.7	5.92	0	T
49	0	Combination	-512	-5.92	0	C
49	152.7	Combination	-522	0	0	C
49	305.39	Combination	-531	0	0	C
50	0	Combination	449.2	0	0	T
50	152.7	Combination	458.6	0	452	T
50	305.39	Combination	468.1	5.92	0	T
50	0	Combination	-430	-5.92	0	C
50	152.7	Combination	-430	0	0	C
50	305.39	Combination	-430	0	0	C
51	0	Combination	217.4	0	0	T
51	110.62	Combination	217.4	0	328	T
51	221.24	Combination	217.4	5.92	0	T
51	0	Combination	-242	-5.92	0	C
51	110.62	Combination	-248	0	0	C
51	221.24	Combination	-253	0	0	C
52	0	Combination	36.66	0	0	T
52	110.62	Combination	36.66	0	328	T
52	221.24	Combination	41.44	5.92	0	T
52	0	Combination	30.5	-5.92	0	T
52	110.62	Combination	35.52	0	0	T
52	221.24	Combination	35.52	0	0	T
53	0	Combination	737.2	0	0	T
53	83.88	Combination	735.7	0	248	T
53	167.77	Combination	734.2	5.92	0	T
53	0	Combination	-972	-5.92	0	C
53	83.88	Combination	-972	0	0	C
53	167.77	Combination	-972	0	0	C

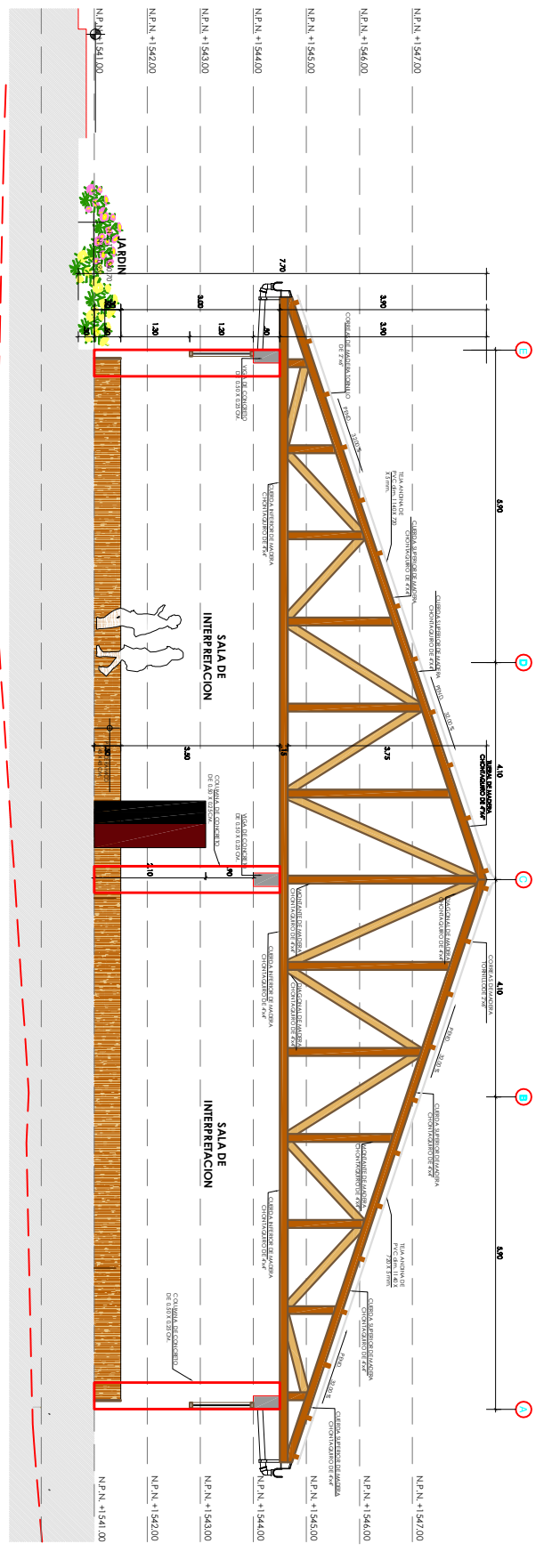
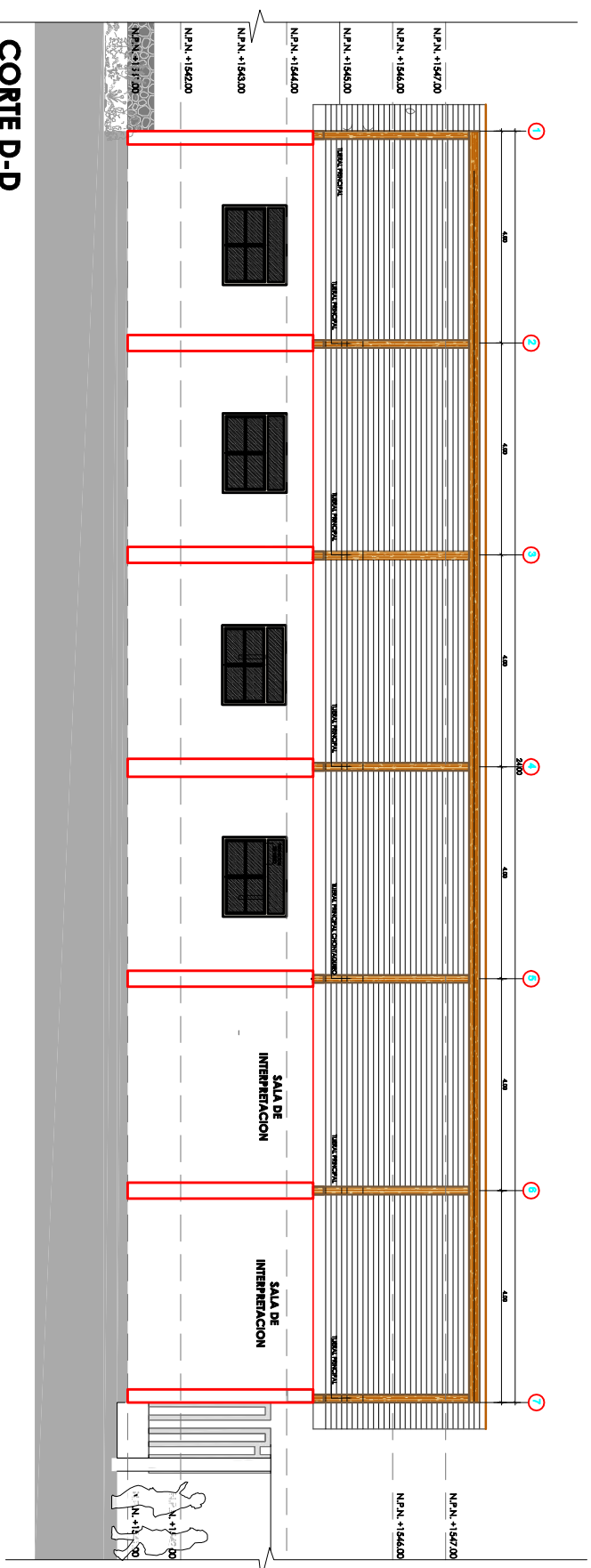
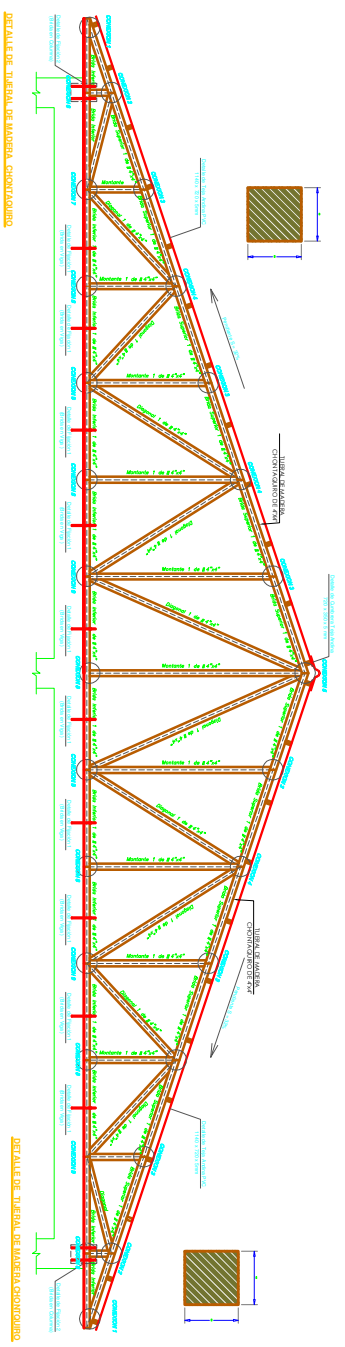


CUADRO REFERENCIAL DE EQUIVALENCIAS	
MEDIDA COMERCIAL	MEDIDA TERMINADA
$b \times h$ (pulg.)	$b \times h$ (cm.)
2" x 4"	4 x 9
2" x 6"	4 x 14
4" x 4"	9 x 9

DETALLE DE VIGAS Y COLUMNAS

ESC.: 1/50

 USMP FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA			
PROYECTO	PROYECTO DE TIERRAS USANDO LA MADERA CHONITAKUIROTI (DIPLOMOSIS SP)	ESCALA	S/E
PLANO	APLICANDO LA NORMA TECNICA PERUANA E010 EN LA SELVA CENTRAL	FECHA	JULIO - 2018
BACHELERS	ANEXO N° 13 PLANO DE PLANTA DE DETALLE DE COBERTURA	DISEÑADO POR	
ASISRE	LUIS ESPINOZA UROQUIZA Y KEVIN MACAVICA CERQUEZANA	PROYECTADO POR	
UBICACION	ARRANDANO NAVARRO PEÑA Y ERNESTO VILLAR CALIARDO	TIPO DE OBRA	OBRA NUEVA
UBICACION LOCAL	SANTO VALERIA, PERU	K.M. O.H.	
		A-01	



CUADRO REFERENCIAL DE EQUIVALENCIAS

MEDIDA COMERCIAL	MEDIDA TERMINADA
$b \times h$ (ulg.)	$b \times h$ (cm.)
2" x 4"	4 x 9
2" x 6"	4 x 14
4" x 4"	9 x 9

USMP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

PROYECTO DE TUBARIL TERNERO LA ZANDERA, CHONZICUERO (PROVINCIA DE SPT)

ANEXO N° 14: PLANO DE SECCION DEL TUBARIL TÍPICO.

ARQUITECTOS: **LUIS ESPINOZA URRUTIA Y KEVIN MACAYACA CHIRQUIZANA**

INGENIEROS: **ARMANDO NAVARRO PEÑA Y ERNESTO VILLAR GALIARDO**

FECHA: **JULIO - 2018**

LIBRO: **E-02**

PROYECTO: TUBARIL TERNERO LA ZANDERA, CHONZICUERO (PROVINCIA DE SPT)

FECHA: JULIO - 2018

LIBRO: E-02

PROYECTO: TUBARIL TERNERO LA ZANDERA, CHONZICUERO (PROVINCIA DE SPT)

FECHA: JULIO - 2018

LIBRO: E-02

**ANEXO 15: TABLA DE CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES
EMPERNADAS.**

CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES EMPERNADAS EN DOBLE CIZALLAMIENTO									
ℓ cm	d cm	d pulg	ℓ/d	GRUPO A		GRUPO -B		GRUPO C	
				P kg	Q kg	P kg	Q kg	P kg	Q kg
2.0	.63	1/4	3.2	195	88	131	58	75	34
	.95	3/8	2.1	297	101	196	67	113	39
	1.27	1/2	1.6	396	117	261	78	151	45
	1.59	5/8	1.3	495	132	326	88	188	51
3.0	.63	1/4	4.8	229	124	179	88	113	51
	.95	3/8	3.2	438	152	294	101	169	59
	1.27	1/2	2.4	594	176	392	117	226	68
	1.59	5/8	1.9	743	198	489	132	282	77
4.0	.63	1/4	6.3	256	144	200	114	128	68
	.95	3/8	4.2	491	201	386	134	226	78
	1.27	1/2	3.1	779	234	522	156	301	91
	1.59	5/8	2.6	990	264	653	175	376	102
	1.90	3/4	2.1	1188	299	783	199	452	116
5.0	.95	3/8	5.3	536	226	420	168	268	98
	1.27	1/2	3.9	851	293	653	195	376	114
	1.59	5/8	3.1	1217	330	816	219	470	128
	1.90	3/4	2.6	1485	374	979	248	564	145
6.5	.95	3/8	6.8	594	260	463	206	297	127
	1.27	1/2	5.1	943	345	739	253	471	148
	1.59	5/8	4.1	1350	428	1061	285	611	166
	1.90	3/4	3.4	1809	486	1273	323	734	188
8.0	.95	3/8	8.4	645	289	501	235	318	156
	1.27	1/2	6.2	1024	385	799	303	511	182
	1.59	5/8	5.0	1465	481	1148	351	731	205
	1.90	3/4	4.2	1963	595	1544	397	903	232
9.0	.95	3/8	9.5	676	308	523	253	329	169
	1.27	1/2	7.1	1072	409	835	326	535	205
	1.59	5/8	5.7	1525	512	1200	395	766	230
	1.90	3/4	4.7	2057	633	1614	447	1016	261
10.0	.95	3/8	10.5	704	325	544	270	339	181
	1.27	1/2	7.9	1118	433	869	348	555	227
	1.59	5/8	6.3	1600	541	1248	426	799	256
	1.90	3/4	5.3	2144	669	1679	497	1070	290

Fuente: Manual de diseño para madera del grupo andina, JUNAC, 1984

ANEXO 16: PANEL FOTOGRÁFICO.

PROPIEDADES FÍSICAS

MATERISLESA UTILIZAR EN EL ENSAYO.



Foto N° 01: 30 Probetas de Dimensiones 3x3x10 Cm para el ensayo de contenido de humedad.



Foto N° 02: 30 Probetas de Dimensiones 3x3x10 Cm para el ensayo de densidad básica.



Foto N° 03: 30 Probetas para hallar el volumen saturado de la densidad básica.



Foto N° 04: 30 Probetas extraídas de la estufa, para determinar el contenido de humedad

EQUIPOS A UTILIZAR EN EL ENSAYO.



Foto N° 05: balanza digital de presión 0.01 g de error.



Foto N° 06: Estufa, temperatura de 103°C

PROPIEDADES MECÁNICAS

MATERIALES UTILIZADOS:



Foto N° 7: vigas a escala natural de 5x14x300 cm



Foto N° 8: Prensa universal de 5000 kg



Foto N° 9: Peso propio de la viga y colocado de medidor de desplazamiento Central (deformación).



Foto N° 10: Contenido de humedad antes y después de ensayar las vigas a escala natural.

ANEXO 17: LISTA DE MADERAS ESTRUCTURALES EN EL PERU.

	NOMBRE		GRUPO
	COMÚN	CIENTÍFICO	
1	AZUCAR HUAYO	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	A
2	ESTORAQUE	<i>Miroxylon peruiferum</i>	
3	HUACAPU	<i>Minuartia guianensis</i>	
4	PUMAQUIRO	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	
5	QUINILLA COLORADA	<i>Manilkara bidentata</i>	
6	SHIHUAHUACO MARRON	<i>Dipteryx odorata</i>	
7	AGUANO MASHA	<i>Machaerium inundatum</i>	B
8	ANA CASPI	<i>Apuleia leiocarpa</i>	
9	CACHIMBO COLORADO	<i>Cariniana domestica</i>	
10	CAPIRONA	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	
11	HUAYRURO	<i>Ormosia coccinea</i>	
12	MANCHINGA	<i>Brosimum uleanum</i>	
13	BOLAINA BLANCA	<i>Guazuma crinita</i>	C
14	CATAHUA AMARILLA	<i>Hura crepitans</i>	
15	COPAIBA	<i>Copaifera officinalis</i>	
16	DIABLO FUERTE	<i>Podocarpus rospigliosii</i>	
17	LAGARTO CASPI	<i>Calophyllum brasiliense</i>	
18	MASHONASTE	<i>Clarisia racemosa</i>	
19	MOENA AMARILLA	<i>Aniba amazónica</i>	
20	MOENA ROSADA	<i>Ocotea bofo</i>	
21	PANGUANA	<i>Brosimum utile</i>	
22	PAUJILRURO BLANCO	<i>Pterygota amazonica</i>	
23	TORNILLO	<i>Credelinga cateniformis</i>	
24	UTUCURO	<i>Septotheca tessmannii</i>	
25	YACUSHAPANA	<i>Terminalia oblonga</i>	

Fuente: Norma E.010 de madera del reglamento nacional de edificaciones (2016).