

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA
“*PINUS RADIATA*”, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO
DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: REYNER VÁSQUEZ BECERRA

Asesor: Mg. Ing. JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO

Chota – Perú

2023



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

Código del alumno: 2014052195

Teléfono: 901758365

Correo electrónico: reinervasquezb.25@gmail.com

DNI: 76812530

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: SILVA TARRILLO JOSÉ LUIS

Teléfono: 979006832

Correo: jlsilvat@unach.edu.pe

D.N.I.: 46412746

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de, Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por el presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA:
DNI.76812530

Evaluación estructural de la madera habilitada “*Pinus*

***Radiata*”, centro poblado Santa Clara, distrito de**

Chalamarca, Chota, 2021

POR:

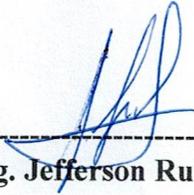
Reyner Vásquez Becerra

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título**

de

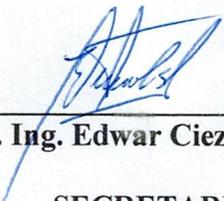
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



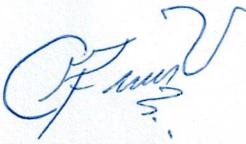
Mg. Ing. Jefferson Ruíz Cachi

PRESIDENTE



Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

SECRETARIO



Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/C

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil REYNER VÁSQUEZ BECERRA, denominado: “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA “PINUS RADIATA”, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021”; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

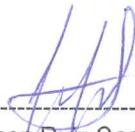
Aprobado

CON EL CALIFICATIVO (*)

14 (Catorce)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutive., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 01 de junio del 2023



Mg. Jefferson Ruiz Cachi
PRESIDENTE



Mg. Edwar Cieza Sánchez
SECRETARIO



Dr. Elmer N. Chávez Vásquez
VOCAL



Mg. José Luis Silva Tarrillo
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, éstas deben de ser calificadas con términos de: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/C

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA “PINUS RADIATA”, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA,2021”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil REYNER VÁSQUEZ BECERRA y sustentada el día de 01 de junio del 2023, por Resolución de Coordinación N°152-2023-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota,07 de junio del 2023

Mg. Jefferson Ruiz Cachi
PRESIDENTE

Mg. Edwar Cieza Sánchez
SECRETARIO

Dr. Elmer N. Chávez Vásquez
VOCAL

Mg. José Luis Silva Tarrillo
ASESOR

DEDICATORIA

Dios, concédeme vida y salud para dar este importante paso en mi formación profesional.

Señor, gracias por tu infinita misericordia y tu incomparable amor.

A mi madre, que es el apoyo más importante de mi vida y que siempre me demuestra su amor y apoyo incondicionales. Gracias por ser un modelo a seguir. Doy gracias a Dios por tener una madre como tú.

A mi padre, que me educó con buenos sentimientos y valores, sobre todo amor, y que siempre me ha dado su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, doy gracias a Dios por guiarme por el buen camino y garantizar mi salud y seguridad.

También estoy agradecida a mi familia por apoyar mi carrera económica y emocionalmente.

También me gustaría dar las gracias a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA por mis estudios y desarrollo profesional en esta universidad, así como a todos los profesores que han participado en mi educación y formación.

Por último, quiero dar las gracias a mis compañeros y amigos que han hecho de mi vida universitaria un viaje que nunca olvidaré.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación	16
1.4. Delimitación de la investigación.....	18
1.5. Limitaciones.....	18
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo general.....	19
1.6.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.1.3. Antecedentes regionales	25
2.2. Bases teórico – científicas	26
2.2.1. Comportamiento elástico de la madera.....	26
2.2.2. Teoría de intervención sostenible de la arquitectura	28
2.3. Marco conceptual	30
2.3.1. Especie forestal “Pinus Radiata”	30
2.3.2. Madera	33
2.3.3. Madera habilitada	36
2.3.4. Propiedades físicas de la madera	37
2.3.5. Propiedades mecánicas de la madera.....	38
2.3.6. Esfuerzos admisibles de la madera	40

2.3.7. Clasificación estructural de la madera	41
2.4. Hipótesis	42
2.5. Operacionalización de variables	42
2.5.1. Variable independiente	42
2.5.2. Variable dependiente	42
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	44
3.1. Tipo y nivel de investigación	44
3.2. Diseño de investigación	44
3.3. Métodos de investigación	45
3.4. Población, muestra y muestreo	47
3.4.1. Población	47
3.4.2. Muestreo	48
3.4.3. Muestra	48
3.4.4. Objeto de estudio	49
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.5.1. Técnicas	50
3.5.2. Instrumentos	50
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	51
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	51
3.6.2. Procesamiento de datos	60
3.6.3. Análisis de datos	60
3.7. Aspectos éticos	60
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.1. Descripción de resultados	61
4.1.1. Densidad básica	61
4.1.2. Propiedades mecánicas	62
4.1.3. Módulo de elasticidad	67
4.1.4. Esfuerzos admisibles	72
4.2. Discusión de resultados	76
4.3. Contrastación de hipótesis	83

CAPÍTULO V. PROPUESTA	89
5.1. Formulación de la propuesta.....	89
5.1.1. Modelo arquitectónico	89
5.1.2. Diseño de elementos estructurales de madera	91
5.1.3. Modelamiento en SAP 2000	96
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
6.1. Conclusiones	102
6.2. Recomendaciones y/o sugerencias	104
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
CAPÍTULO VIII. ANEXOS.....	114
Anexo A. Matriz de consistencia.....	114
Anexo B. Panel fotográfico	115
Anexo C. Conformidad de los laboratorios	124
Anexo D. Certificados INACAL e INDECOPI	127
Anexo E. Resultado de ensayos de laboratorio	131
Anexo F. Diseño estructural en madera.....	179
Anexo G. Planos de la edificación de madera	195
Anexo H. Mapas de ubicación.....	199

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requerimientos de energía para la producción de materiales	28
Tabla 2	Clasificación Taxonómica.....	30
Tabla 3	Especies de Pinos más Frecuentes	32
Tabla 4	Clasificación de la Densidad Básica	37
Tabla 5	Coficiente considerado para esfuerzos admisibles	40
Tabla 6	Clasificación de la madera por densidad básica.....	41
Tabla 7	Clasificación de la madera por esfuerzos admisibles	41
Tabla 8	Clasificación de la madera por su Módulo de Elasticidad	41
Tabla 9	Matriz de Operacionalización	43
Tabla 10	Tipo de investigación según los principales criterios.....	44
Tabla 11	Ubicación del bosque de “Pinus radiata”, Santa Clara.....	47
Tabla 12	Número de muestras para el estudio.....	49
Tabla 13	Probetas para ensayos.....	49
Tabla 14	Criterios de Inclusión y Exclusión	49
Tabla 15	Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de datos	50
Tabla 16	Características de los árboles seleccionados	53
Tabla 17	Características de la troza.....	54
Tabla 18	Densidad básica de la madera pino	61
Tabla 19	Propiedades mecánicas de la madera “Pinus radiata”	62
Tabla 20	Humedad de la madera de pino	66
Tabla 21	Módulo de elasticidad, madera “Pinus radiata”	68
Tabla 22	Esfuerzos admisibles de la madera “Pinus radiata”	73
Tabla 23	Características físico mecánicas de la madera “Pinus radiata”	82
Tabla 24	Datos de la madera para el análisis estadístico.....	84
Tabla 25	Análisis estadístico.....	85
Tabla 26	Esfuerzos Admisibles de la Madera “Pinus radiata” para Diseño Estructural	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Comportamiento viscoelástico de la madera	27
Figura 2	Pino radiata	30
Figura 3	Ciclo Biológico de los Pinos.....	31
Figura 4	Flores Masculinas y Femeninas del Pino.....	33
Figura 5	Corte del fuste de un árbol.....	34
Figura 6	Esqueleto del Tronco de un Árbol	35
Figura 7	Esfuerzos básicos en la madera	39
Figura 8	Diseño de investigación descriptivo simple.....	46
Figura 9	Vista satelital del bosque de “pinus radiata” en Santa Clara, Chalamarca	47
Figura 10	Ubicación del bosque de “Pinus radiata” en Santa Clara, Chalamarca	51
Figura 11	Bosque de “pinus radiata”.....	52
Figura 12	Selección de árboles de pino.....	53
Figura 13	Preparación de muestras de “Pinus radiata” para ensayos mecánicos	54
Figura 14	Acondicionamiento de Probetas	55
Figura 15	Probeta para Ensayo de Cizallamiento	57
Figura 16	Probeta para Ensayo de Flexión Estática.....	58
Figura 17	Medidas de la muestra para tensión perpendicular	58
Figura 18	Dimensiones de las probetas para tensión paralela.....	59
Figura 19	Densidad básica de la madera pino.....	61
Figura 20	Tensión paralela, madera de pino	63
Figura 21	Tensión perpendicular, madera de pino	63
Figura 22	Cizallamiento paralelo, madera de pino	64
Figura 23	Compresión paralela, madera de pino.....	64
Figura 24	Compresión perpendicular, madera de pino	65
Figura 25	Flexión estática, madera de pino.....	65
Figura 26	Humedad, madera de pino	66
Figura 27	Módulo de elasticidad, madera “Pinus radiata”	68
Figura 28	Curva esfuerzo – deformación a flexión de la madera pino	69
Figura 29	Curva esfuerzo – deformación a compresión paralela de la madera pino	69
Figura 30	Curva esfuerzo – deformación a compresión perpendicular de la madera pino	70
Figura 31	Curva esfuerzo – deformación a tensión paralela de la madera pino.....	70
Figura 32	Curva esfuerzo – deformación a tensión perpendicular de la madera pino	71
Figura 33	Curva esfuerzo – deformación a corte paralelo de la madera pino.....	71
Figura 34	Esfuerzo admisible a tensión paralela de la madera pino	73

Figura 35	Esfuerzo admisible a cizallamiento de la madera pino	74
Figura 36	Esfuerzo admisible a compresión paralela de la madera pino	74
Figura 37	Esfuerzo admisible a compresión perpendicular de la madera pino	75
Figura 38	Esfuerzo admisible a flexión de la madera pino	75
Figura 39	Prueba de normalidad para densidad básica	86
Figura 40	Prueba de normalidad para MOE.....	86
Figura 41	Prueba de normalidad para esfuerzos admisibles	87
Figura 42	Correlación entre densidad básica y módulo de elasticidad	87
Figura 43	Correlación entre densidad básica y esfuerzos admisibles	88
Figura 44	Vista en Planta de la Edificación	89
Figura 45	Vista en Elevación de la Edificación	90
Figura 46	Vista 3D de la Edificación	90
Figura 47	Vista de la Estructura de Madera.....	91
Figura 48	Dimensiones de la Armadura.....	93
Figura 49	Momentos a Esfuerzo Axial	94
Figura 50	Momentos a Esfuerzos Flectores	94
Figura 51	Dimensiones de Columnas de Madera.....	95
Figura 52	Momentos de la Fuerza Axial para Columnas de Madera.....	95
Figura 53	Momentos a Esfuerzos Flectores para Columnas de Madera	96
Figura 54	Dimensiones de los Elementos Estructurales	96
Figura 55	Dibujo de Elementos Estructurales.....	97
Figura 56	Dibujo de las Correas.....	97
Figura 57	Metrado de Cargas.....	98
Figura 58	Colocación de la Carga.....	98
Figura 59	Espectro de Diseño sísmico	99
Figura 60	Pseudoaceleración en X e Y	99
Figura 61	Modo de vibración N° 1, traslación en X	100
Figura 62	Modo de vibración N° 2, traslación en Y	101
Figura 63	Modo de vibración N° 3, rotación	101

GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Árbol. Plantas de más de cinco metros de altura con troncos y formas bien definidas (Gonzáles et al, 2011).

Bosque. Biomas dominados por una o más especies de árboles (Gonzáles et al, 2011).

Densidad básica. Correlación entre el peso seco y el volumen de la madera en estado verde (Fernandez, 2018).

Esfuerzo básico. Capacidad de la madera ideal, de tolerar elásticamente una carga en forma segura y permanente, bajo uso (Alvis-Gordo et al., 2017).

Esfuerzo admisible. Capacidad de un elemento estructural de madera para resistir de forma elástica y permanente las cargas en condiciones normales de trabajo. El esfuerzo de trabajo se determina a partir de la tensión básica aplicando un factor de corrección para tener en cuenta el efecto de los defectos permitidos en una madera concreta (Alvis-Gordo et al., 2017).

Madera. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2012) es el material proveniente del tronco, ramas y raíces de un árbol, que es procesado. Grupo de productos correspondiente a la madera en rollo, madera calificada, madera en astillas o madera seca, con o sin corteza.

Madera habilitada. Madera obtenida a partir de troncos u otras piezas grandes de madera mediante la eliminación de serrín o partículas en sentido longitudinal pueden ser cortadas y/o tratadas de nuevo para conseguir el nivel de acabado deseado (Tknika, 2019).

Madera de pino. Pertenece a la familia de las pináceas y hay diferentes tipos de madera según el tipo de pino: pino chino, rojo, llorón, radiata, entre otros (Mendoza, 2020).

Propiedades mecánicas. Comportamiento de la madera al aplicar fuerzas o cargas, señalada como su máxima resistencia antes de la rotura (Fernandez, 2018).

RESUMEN

Actualmente, el uso de la madera como recurso constructivo ecológico y eco armónico ha colectado gran importancia (Gan et al., 2019). El pino es una de las especies de mayor uso en el C.P. de Santa Clara, por ello se tuvo como objetivo “Evaluar estructuralmente la madera habilitada “*Pinus Radiata*” del C.P. Santa Clara, Chalamarca, Chota, según la norma E.010 (MVCS, 2014)”. Se tuvo como muestra a cinco árboles de pino con diámetro de tronco mayor a 12”, para la elaboración de 40 probetas. Determinando que, según su densidad básica promedio 0.50 g/cm³, se clasifica preliminarmente en el grupo C, así mismo, el módulo de elasticidad en promedio supera los 90,000 kg/cm², no obstante, a flexión solamente alcanza a superar el MOE mínimo de 55,000 kg/cm², aun así, la madera se clasifica preliminarmente en el grupo C (MVCS, 2014). Los esfuerzos admisibles a flexión, compresión paralela, perpendicular, tracción paralela y corte paralelo son 81.79 kg/cm², 90.25 kg/cm², 112.53 kg/cm², 143.63, y 8.10 kg/cm². Se ha concluido que, la madera no puede clasificarse dentro del grupo C, debido a que, si bien su densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles a compresión, tracción y corte cumplen con los valores mínimos del grupo C, el esfuerzo admisible a flexión está por debajo de los 100 kg/cm² (MVCS, 2014), aun así, se puede utilizar como pilares, tijerales, correas y armadura de madera para techo en la construcción de una vivienda de 1 nivel, con luz libre entre pilares menora a 5 m, previo diseño y modelamiento estructural.

Palabras clave: madera “*pinus radiata*”, estructural, esfuerzo admisible, módulo de elasticidad, flexión.

ABSTRACT

Currently, the use of wood as an ecological and eco-harmonic construction resource has gained great importance (Gan et al., 2019). Pine is one of the species of greatest use in the Santa Clara CP, so the objective was to "Structurally evaluate the qualified wood "Pinus Radiata" of the Santa Clara CP, Chalamarca, Chota, according to the E.010 standard (MVCS, 2014)". Five pine trees with trunk diameter greater than 12" were sampled for the elaboration of 40 test tubes. Determining that, according to its average basic density 0.50 g/cm³, it is preliminarily classified in group C, likewise, the modulus of elasticity on average exceeds 90,000 kg/cm², however, in bending it only exceeds the minimum MOE of 55,000 kg/cm², even so, the wood is preliminarily classified in group C (MVCS, 2014). The allowable stresses in bending, parallel compression, perpendicular, parallel tension and parallel shear are 81.79 kg/cm², 90.25 kg/cm², 112.53 kg/cm², 143.63, and 8.10 kg/cm². It has been concluded that wood cannot be classified within group C, because, although its basic density, modulus of elasticity and allowable compressive, tensile and shear stresses meet the minimum values of group C, the allowable bending stress is below 100 kg/cm² (MVCS, 2014), even so, it can be used as pillars, scissors, purlins and wood roof trusses in the construction of a 1-story house, with a free span between pillars of less than 5 m, after structural design and modeling.

Keywords: *pinus radiata* timber, structural, allowable stress, modulus of elasticity, bending.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el marco de la sostenibilidad en la construcción, se ha colectado gran importancia al uso de la madera como recurso constructivo ecológico y eco armónico (Gan et al., 2019). La madera es un material abundante, estéticamente agradable, que no genera un quiebre estético con el entorno natural, además, tiene menor espesor por lo que ahorra significativamente el espacio en la distribución de ambientes, siendo un material de fácil construcción (Zhu et al., 2020); sin embargo, la madera también tiene limitaciones, por ello, Hussein et al. (2020) argumenta que, para definir sus aplicaciones estructurales, es pertinente conocer sus características físicas, y mecánicas.

En el país, Perú, existe variedad de especies arbóreas, cuya madera habilitada, es utilizada en la construcción de viviendas, mismas que, han aumentado con el paso del tiempo, tal como expresa, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) que, argumenta que, en el censo de 1993, 2007 y 2017, las viviendas con material predominante madera en paredes, eran 310,379, 617,742, y 727,778 viviendas, con una tasa anual de incremento 1.7%. Por ello, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2014) en la norma E.010, presenta los valores que, debe cumplir una especie maderera para ser agrupada o clasificada dentro del uso estructural A, B o C, no obstante, en dicha norma a la fecha solo se han analizado 25 de las 237 especies forestales madereras peruanas aprovechables con fines comerciales, listadas por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2018).

El pino, es una especie exótica que, se desarrolla a altitudes de 950 a 2,800 msnm, cuyo tronco mide en promedio 45 a 120 cm, y llega a crecer hasta 45 m de altura, por lo que, es común su uso en la industria de la construcción (Chicaiza, 2022). El SERFOR (2020), describió a “*Pinus radiata*” como una de las especies forestales de pino con mayor producción e importancia en el país, en el 2019 se ha producido 4,723.58 m³ y 36.12 m³ de madera rolliza y madera aserrada, respectivamente. En Cajamarca, según SERFOR (2017) en el año 2017, las áreas reforestadas fueron 350.50 ha, la producción de madera rolliza y aserrada era 20,434.47 m³ y 724.21 m³, respectivamente.

Brunetti, et al. (2020), argumenta que, toda especie maderera que sea utilizada como producto estructural por un grupo mayoritario, requiere de una evaluación para su caracterización estructural; por ello, en la región, Cotrina-Villanueva et al. (2014), analizaron la especie “*Pinus radiata*”, determinando según la norma E.010, su pertenencia al grupo “B”, en cambio Yoza et al. (2015), Guarniz (2020) y Bacón y Díaz (2016) determinaron su pertenencia al grupo “C”, pero Córdor y Pardo (2021) determinaron según los módulos de elasticidad su pertenencia al grupo “A”, esta variación se debe a que los especímenes analizados fueron cultivados en distintas comunidades de la región; en otras palabras el análisis para el uso estructural de la madera debe ser local para cada bosque, así mismo, los autores (Cotrina-Villanueva et al., 2014, Bacón y Díaz, 2016) argumentan que, para definir el uso estructural de la madera deben evaluarse sus características físico mecánicas según la norma E.010 (MVCS, 2014).

En muchas de las comunidades del distrito de Chalamarca, Chota, Cajamarca, el uso de materiales industriales, como ladrillo o cemento, demanda un mayor costo para trasladarlos al lugar de la construcción, además del riesgo de

que, estos sufran daños durante el traslado desde la capital de la provincia de Chota (a más de 40 km de distancia), por lo que, los pobladores emplean en sus construcciones pilares, armaduras y vigas de especies madereras locales, obteniendo construcciones con ambientes más confortables, amplios, térmicos y estéticos, pero se desconocen las propiedades de muchas de las variedades madereras del lugar, por lo que, no se puede definir su uso estructural según la norma E.010 (MVCS, 2014).

En el centro poblado Santa Clara, distrito de Chalamarca, una de las maderas más utilizada en la edificación de viviendas es el pino de la especie “*Pinus radiata*”, por su alta disponibilidad (bosque Santa Clara), su tronco con diámetro mayor a 12”, su altura mayor a 20 m, y su rápida rotación de especie, pero se desconoce sus características físico mecánicas, por lo que, no se puede clasificar la especie maderera en un grupo según la norma E.010 (MVCS, 2014), ni se pueden definir sus aplicaciones estructurales. Por lo que, es imprescindible, realizar la evaluación estructural de la madera habilitada “*Pinus radiata*” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el grupo estructural de la madera habilitada “*Pinus Radiata*” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota, según la norma E.010 (MVCS, 2014)?

1.3. Justificación

El tema de estudio se eligió, por (1) el desconocimiento que había de las características físico – mecánicas de la madera de la especie forestal “*Pinus radiata*” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca; (2) la variabilidad en la clasificación estructural entre la madera de pino de diferentes bosques de la región

de Cajamarca (Edquén, 2022, Cóndor y Pardo, 2021; Guarniz, 2020), es decir las propiedades cambian según las características locales de siembra; (3) el uso estructural que, los pobladores de Santa Clara le dan a la madera pino, durante la construcción de sus edificaciones, y (4) el hecho de que, la madera pino no forme parte de las 25 especies forestales clasificadas de la norma E.010 (MVCS, 2014) modificada en el año 2014, por tanto, era necesario plantear mayores análisis científicos y técnicos respecto al tema.

Se ha determinado la densidad básica, propiedades mecánicas, y esfuerzos admisibles de la madera de pino en estado verde o húmedo, para obtener los valores más críticos comparables con la normatividad, por tanto, la evaluación estructural de la especie "*Pinus radiata*" en Santa Clara, distrito de Chalamarca, ha permitido clasificar la madera, según el criterio de la norma E.010 (MVCS, 2014), definiendo así, sus aplicaciones estructurales. Por tanto, la presente investigación ha permitido que, los residentes conozcan si la clasificación estructural de la especie forestal "*Pinus radiata*" es adecuada al uso actual que, los pobladores de Santa Clara le dan a la madera de pino en sus estructuras (como vigas, pilares, viguetas, armazones de techo) aún sin el discernimiento de sus características físico mecánicas, ni de sus esfuerzos admisible, o si debe abandonarse el uso actual de la madera para estructuras de edificaciones.

Los beneficiarios con el desarrollo de la investigación fueron los pobladores del distrito de Chalamarca, que, ahora tienen datos reales de la caracterización estructural de la madera pino, además de alumnos, investigadores y docentes, que pueden usar este estudio para formular nuevas investigaciones en madera.

1.4. Delimitación de la investigación

Según la NTP 251.008 (INACAL, 2016) se han seleccionado al azar cinco árboles de “*Pinus Radiata*” con diámetro de tronco mayor a 12”, del bosque ubicado en el centro poblado Santa Clara, distrito de Chalamarca, Chota, en las coordenadas UTM WGS84 17S 780,184.81 m E, 9,278,232.83 m S a 2,635 msnm, para habilitar y elaborar 40 probetas de madera en estado húmedo (contenido de humedad entre 12% a 22%), que pasaron por ensayos físicos (densidad básica) y mecánicos (cizallamiento paralelo al grano, tensión paralela y perpendicular a la fibra, compresión axial o paralela al grano, compresión perpendicular al grano, flexión estática, módulo de elasticidad) en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), en la Libertad, y en el laboratorio “Servicios de Exploración Geotécnica, Asfalto y Ensayo de Materiales” (SEGEMA) de Chiclayo, Lambayeque, con el fin de clasificar la madera en los grupos A, B o C, según la norma E.010 (MVCS, 2014), además se ha realizado el modelamiento estructural de una vivienda de madera “*Pinus Radiata*” utilizando las propiedades determinadas en la presente investigación, para determinar la viabilidad de su uso estructural.

1.5. Limitaciones

El análisis de las propiedades mecánicas a flexión en vigas se ha realizado en modelos a escala según la NTP 251.017 (INACAI, 2019), y no en modelos reales, por la dificultad que, representa su traslado desde el bosque en Chalamarca, Chota, hacia el laboratorio en Chiclayo, además de que, el laboratorio SEGEMA donde se realizó el estudio, no tienen capacidad para ensayar modelos reales, sino a escala. No obstante, se está cumpliendo con la normatividad, para análisis estructural de la madera.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar estructuralmente la madera habilitada “*Pinus Radiata*” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota, según la norma E.010 (MVCS, 2014).

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar la densidad básica de la madera habilitada “*Pinus radiata*” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota.
- Determinar las propiedades mecánicas de la madera habilitada “*Pinus radiata*” de Santa Clara, Chalamarca, Chota.
- Determinar el módulo de elasticidad a flexión de la madera habilitada “*Pinus radiata*” de Santa Clara, Chalamarca, Chota.
- Estimar los esfuerzos admisibles de la madera habilitada “*Pinus radiata*” de Santa Clara, Chalamarca, Chota.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Chicaiza (2022) comparó los rasgos de las especies platuquero, pino caribe y pino patula, para lo cual realizó una revisión bibliográfica, determinando en promedio que, la densidad básica es 0.73, 0.64 y 0.50 g/cm³, contenido de humedad de 12.67%, 10% y 12%; la resistencia a flexión estática fue 487.26, 431.76 y 734.20 kg/cm²; a compresión perpendicular de 105.82, 100.50 y 49.94 kg/cm², a compresión paralela de 268.35, 480 y 185.76 kg/cm², a cizallamiento de 503.46, 81.39 y 105.81 kg/cm², Concluyó que, la madera de pino puede ser utilizada en la construcción en general.

Saavedra et al. (2021) caracterizaron el comportamiento mecánico de la madera *pinus radiata* cultivada en la comuna de Yumbel de Chile, en condición seca (contenido de humedad menor a 12%), impregnada con octadecano al 90% de pureza, como material de cambio de fase, para ello, realizaron ensayos de tracción, compresión y flexión en sentido longitudinal, radial y tangencial. Determinando que, las densidades aumentan al impregnar octadecano, pero no inciden en las características mecánicas, demostrando el comportamiento ortótropo de la madera, con mayores resistencias en la dirección longitudinal, pero cumpliendo con el marco normativo.

Li et al. (2021) estudiaron y compararon las propiedades mecánicas y microestructurales de la madera exterior (anillos 16 a 20) y del núcleo (anillos 4 a 6) de *pinus radiata* D. Don importados de Nueva Zelanda. Determinaron que, la madera pino exterior tenía MOR de 106 MPa, MOE de 11.4 GPa, y compresión

paralela al grano de 38.7 MPa; y el MOR, MOE y resistencia paralela al grano de la madera de núcleo fue 78.9 MPa, 7.12 GPa y 29.3 MPa, respectivamente. Concluyeron que, las propiedades mecánicas del pino exterior fueron significativamente mejores que, de la madera del núcleo.

Iejavs et al. (2021) determinaron algunas propiedades de la madera de las especies arbóreas de rápido crecimiento eucalipto de Uruguay, pino radiata de Nueva Zelanda y pino sylvestris de Latvia, concluyendo que, su contenido de humedad era 12%, 12.7% y 12.8%, la densidad era 588, 504 y 485 kg/m³, la resistencia a flexión era 97.5, 89.5 y 86 MPa, el MOE en flexión era 11.9, 10.8 y 10.3 GPa, la resistencia a compresión era 54.1, 42.8 y 43.8 MPa, la resistencia al impacto tangencial era 8.46, 7.46 y 6.71 KJ/m² y radial 7.35, 7.01 y 5.96 KJ/m², respectivamente. Concluyeron que, el pino de Nueva Zelanda presenta mejores características mecánicas que el pino de Latvia.

Xu et al. (2021) mejoraron las propiedades de la madera mediante una novedosa emulsión de organomontmorillonit, utilizaron madera de Álamo de Catay y pino radiata (*Pinus radiata* D.Don) de Linyi Fuhe Wood Co., Ltd., Shandong, China; realizaron los ensayos de la madera al 12% del contenido de humedad, con lo que, determinaron que, la densidad oscilaba de 490 a 520 kg/m³ y de 520 a 550 kg/m³, respectivamente. Al adicionar la emulsión al 0, 2, 4, 6 y 8% en el pino, se obtuvo resistencia a flexión de 65.9, 72.5, 79.9, 79.3 y 78.5 MPa, módulo de flexión de 1.88, 2.20, 2.48, 2.44 y 2.46 GPa, y resistencia a compresión de 43.1, 52.3, 63.9, 64.3 y 63.3 MPa. Concluyeron que, al aumentar la concentración de la emulsión (>4% en peso) no condujo a una mejora adicional.

Guerra (2019) tuvo como objetivo comprobar las propiedades mecánicas de la madera pino oocarpa del suroeste de Chiquimula. Determinó que, la madera

pino oocarpa, presenta resistencias a compresión, tensión, corte, flexión y módulo de elasticidad de 307.10, 1,015.04, 61.93, 494.02 y 87,435.91 kg/cm²; así mismo, los esfuerzos a corte de 135.40, y esfuerzo a flexión de 111.44 kg/cm² de las vigas de sección I. Concluyendo que, estructuralmente, la madera de pino Oocarpa puede ser utilizada como perfil tipo I, para longitudes de hasta 6.00 m.

Catalán et al. (2020) caracterizaron mecánicamente la madera de pino oregón en muros fabricados, según la norma Chilena NCh 802:2017, con tres tipologías de muros, determinando que, la resistencia a tracción del pino oregón y pino radiata es 8.07 MPa y 8.95 MPa.

Catalán et al. (2019) tuvo como objetivo determinar la tensión admisible de la madera pino oregón de 40 años, procesados en el aserradero Flor del Lago. La madera tenía humedad de 12%, densidad normal y anhidra de 463.8 y 424.7 kg/m³, resistencia a flexión promedio de 41.3 MPa, módulo de elasticidad a flexión de 10,229.20 MPa, tracción paralela de 24 MPa, compresión paralela de 27.7 MPa, cizalle paralelo de 5.1 MPa, compresión perpendicular de 9.7 MPa. Concluyó que, la madera pino oregón cumple con la norma NCh 1207.

Cruz et al. (2018) determinaron el impacto de la composición química de la madera *Pinus radiata* en sus propiedades posterior a la densificación termohigromecánica, en los Ángeles, Chile; su contenido de humedad promedio fue 9%, y la densidad básica fue 500 kg/m³. Las dimensiones de las muestras de control fueron 7x50x50 mm, y de las densificadas fueron 3.5x50x50 mm, trabajaron con dos grupos A y B que difieren en contenido químico, llegando a determinar que, con la densificación se aumenta su densidad de 546 kg/m³ a 1,163 kg/m³ para el grupo A, y de 506 a 1,101 kg/m³ para el grupo B, así mismo la dureza aumentó de 16 a 97 MPa, y en el ensayo a flexión el MOE fue de 17,300

a 18,100 MPa, y el MOR oscilo de 192 a 216 MPa. Concluyeron que, las propiedades químicas de la madera pino inciden en el MOE y densidad.

Quagliotti et al, (2019) clasificaron visualmente de la madera *Pinus Elliottii* obtenida de plantaciones de 27 años, en Uruguay y estimaron el módulo de elasticidad con técnicas no destructivas, ensayos dinámicos, determinando que la densidad promedio era 0.403 g/cm³, y la rigidez era 5.288 MPa.

Morejón (2018) determinó las propiedades de las especies forestales Chonta Pigue, y Kunth en estado verde, el contenido de humedad era 29.68%, 60.16%, y 71.89%; densidad básica era 1.24, 0.70 y 1.05 g/cm³, flexión estática era 1,473.29, 702.25 y 551.49 kg/cm², resistencia al corte era 1,575.20, 542.55 y 820.12 kg/cm², resistencia a compresión paralela era 1,561.61, 1,424.52 y 995.95 kg/cm², compresión perpendicular era 151.03, 109.66 y 128.36 kg/cm², resistencia a tracción era 1 232.12, 761.48 y 568.46 kg/cm².

Céspedes y Gaitán (2020) caracterizaron las maderas pino caribe, acacia y eucalipto de Colombia, su densidad es 0.45, 0.72 y 0.97 g/cm³. El pino presenta resistencia a compresión perpendicular, paralela, flexión y cizallamiento de 77.14, 160, 431.68 y 81.39 kg/cm²; módulo de elasticidad a compresión y flexión de 102,400 y 106,438.91 kg/cm². Concluyó que, la madera pertenece al grupo C teniendo usos probables en vigas, escaleras, techos, pilones y carpintería.

Sanango (2017) comparó estructuralmente la madera *pino radiata* y *Eucalyptus Globulus*, determinando que la densidad era 0.57 y 0.61 g/cm³, la resistencia a compresión era 302.25 y 487.05 kg/cm², la resistencia a cizalle era 13 y 3.92 kg/cm², el MOE era 1,18103.46 y 1,44121.49 kg/cm², el MOR era 955.78 y 1,041.74 kg/cm², la tensión de las vigas era 7.73 y 22.92 MPa.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Chura y Muchica (2020) determinaron si la madera pino se puede usar para tijerales en Puno. La densidad básica era 450 kg/m³, la humedad 27.25%, el módulo de elasticidad medio 766,601.80 kg/cm², el esfuerzo a flexión era 86.09 kg/cm², por lo que concluyeron que, la madera de pino no se encasilla dentro del grupo C, por tener, características menores, pero al ensayar el tijeral resiste una carga de 837.55 kg, y la resistencia esperada era 826.82 kg cumpliendo.

Bocanegra y Paredes (2018) evaluaron 12 tipos de madera: Cachimbo, Capriona, Catahua, cedro, capaiba, Huayruro, Ishipingo, Mohena, Pino, Pumaquiro, Tornillo y Uturco, para su uso en viviendas. La madera de pino tenía 12.8% de humedad, 0.30 g/cm³ de densidad básica, 403 kg/cm² de resistencia a flexión estática, 372 kg/cm² de compresión paralela a la fibra, con un precio de comercialización de 3 soles, por lo que las vigas y columnas de madera costarían de 73 a 115 soles, y de 96 a 154 soles, respectivamente. Concluyendo que, la madera pino es trabajable, pero no se recomienda su uso estructural, sino en carpintería, revestimientos y pisos.

Parra (2019) evaluó la madera laminada encolada de pino, tornillo y eucalipto con contenido de humedad de 14.5, 14.8 y 14.2%. El pino tiene densidad básica promedio de 0.38 g/cm³, resistencia media a la rotura de 8.19 MPa y un índice de deterioro de la madera del 83.87%, y resistencia media al corte de 89.30 kg/cm². Concluyó que, es viable usar la madera laminada para elaborar vigas.

Vásquez (2021) evaluó el desempeño estructural de la madera tornillo, determinando que, la resistencia a flexión, compresión paralela, tracción paralela era 770.24, 327.73, 1,376.79 kg/cm², respectivamente.

2.1.3. Antecedentes regionales

Cóndor y Pardo (2021) caracterizaron la anatomía, propiedades físicas mecánicas y químicas del *Pino radiata* y *patula*, de la Granja Porcón en Cajamarca, tomaron como muestra tres árboles de cada especie de 26 años de edad. Determinaron que, para el pino radiata y patula, la densidad básica era 0.46 y 0.45 g/cm³ la resistencia a flexión era 544.79 y 474.99 kg/cm², a compresión paralela 235.84 y 185.76 kg/cm², a perpendicular 56.33 y 49.94 kg/cm², a tensión perpendicular 49.75 y 37.03 kg/cm², a cizallamiento 100.03 y 105.81 kg/cm². Concluyó que, las especies forestales poseen resistencia mecánica media.

Guarniz (2020) tuvo como objetivo comprobar la tenacidad a flexión de vigas macizas y laminadas de pino y de eucalipto de la ciudad de Cajamarca, para lo que elaboraron 30 vigas de cada especie y de cada tipo. Concluyó que, la madera pino alcanza resistencias 530.35 y 539.26 kg/cm² a flexión en vigas macizas y laminadas, con 13.48% de humedad, densidad básica de 0.52 g/cm³, clasificándose dentro del grupo C.

Cotrina-Villanueva et al. (2014) estudiaron la firmeza mecánica de la madera pino en Cajamarca, por lo que, la densidad básica era 655.66 kg/m³, el módulo de elasticidad a compresión axial, paralela a las fibras de 5,059.2 MPa y perpendicular a las fibras de 369.39 MPa, siendo así, el esfuerzo de proporcionalidad promedio fue 6 MPa y el esfuerzo de fluencia aproximado fue 7 MPa. Concluyó que, la madera pino pertenece al grupo B.

Edquén (2022) analizó el comportamiento mecánico de la madera pino radiata, con humedad 11 a 14%, esfuerzo en vigas laminadas y macizas de 317.5 y 221.7 kg/cm², y en columnetas laminadas y macizas fue 196.0 y 290.6 kg/cm².

2.2. Bases teórico – científicas

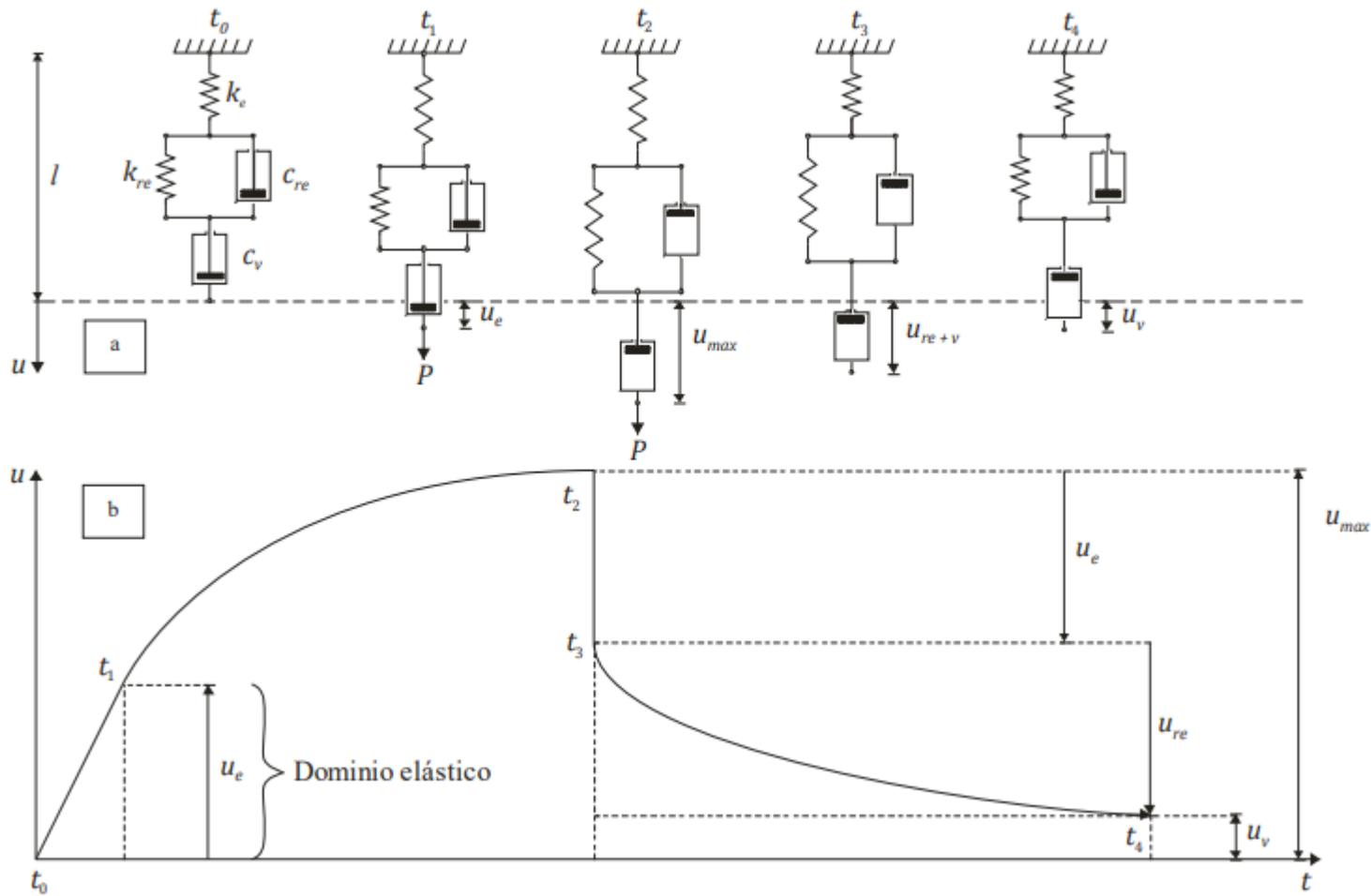
2.2.1. *Comportamiento elástico de la madera*

El estudio del desempeño elástico de la madera, se puede entender a partir de dos perspectivas, (1) la organización anatómica de la madera modelada a escala microscópica, y (2) el concepto de volumen elemental de materia, con hipótesis como: elasticidad en la respuestas del material, homogeneidad de la estructura anatómica, continuidad en el medio y ortotropía material y elástica de la madera. Estas cuatro consideraciones permiten idealizar a la madera como un sólido elástico, homogéneo, de medio continuo y orto trópico, siendo el concepto de “Modelo material de la madera ideal” (Hernández, 2010).

El comportamiento elástico de la madera se limita a la región elástica del proceso carga-desplazamiento-tiempo del diagrama. Se excluyen el dominio plástico y el comportamiento de agrietamiento. En este caso, la respuesta elástica de la madera puede estudiarse a partir de la velocidad elástica o en función de la velocidad de la tensión. Si la tasa de esfuerzo es tan lenta que no refleja las propiedades viscosas de la madera, la respuesta de la madera puede considerarse casi estática y se denomina comportamiento viscoelástico. Se denomina comportamiento elástico bajo carga estática; si la tasa de carga es muy alta, entonces el comportamiento elástico de la madera se modela en condiciones dinámicas. En condiciones dinámicas, es decir, la tasa de carga puede modificar la respuesta estática. Esta respuesta dinámica puede ser causada por la vibración libre o vibraciones causadas por golpes o vibraciones forzadas, transversales o longitudinales. Mientras que, la tensión dinámica específica es el estudio de propiedades elásticas de la madera mediante ondas acústicas, que pueden ser de tipo ultrasónico o de tensión (Sotomayor, 2015).

Figura 1

Comportamiento viscoelástico de la madera



Nota: a) Modelo reológico, b) Diagrama proceso carga-desplazamiento-tiempo (Hernández, 2010).

2.2.2. *Teoría de intervención sostenible de la arquitectura*

Según Rocha-Tamayo (2011) y Pinto (2019) el entorno actual nos obliga a replantearnos la práctica profesional de la arquitectura, el urbanismo y la construcción. Estos profesionales tienen la obligación ética de crear proyectos sostenibles, ya que la sostenibilidad debería ser una característica inherente al urbanismo y la arquitectura.

2.2.2.1. **Materiales sostenibles (Rocha-Tamayo, 2011; Pinto, 2019)**

- Materiales de origen local. Para considerarse “de origen local”, el proceso de extracción y producción de las materias primas debe tener lugar en un radio de 800 km (500 millas) del lugar de construcción.
- Materiales renovables son los producidos a partir de materias primas vegetales o animales, como la madera, las fibras vegetales, el cuero y las fibras animales.
- Materiales reciclables: la mayoría de los materiales pueden reciclarse, lo que constituye una estrategia clave para reducir el impacto ambiental.
- Materiales reutilizables: se toman elementos de un edificio existente y se reutilizan en otro con un fin similar o diferente.
- Materiales duraderos: son un elemento clave de la construcción sostenible, debido a que, tienen una vida útil más larga.
- Materiales de fácil mantenimiento: toda edificación necesita mantenimiento, pero este debe implicar un menor costo energético.

Tabla 1

Requerimientos de energía para la producción de materiales

Material	Concreto 1:2:4	Cemento	Mortero	Acero	Madera local secada al aire	Madera verde	Plástico
Kwh/Ton	360	2,200	277	13,200	200	200	45,000
KWH/m3	800	2,860	400	103,000	110	220	47,000

Nota: (Fournier-Zepeda, 2008)

2.2.2.2. Uso de la madera para la construcción sostenible

La madera es el material más noble, renovable, sano y respetuoso con el medio ambiente, y ofrece gran resistencia, belleza y una cómoda relación estructura/peso. Casi todas las culturas humanas han utilizado la madera para la construcción (Jankunas, 2020; Fournier-Zepeda, 2008).

Con el desarrollo de la tecnología y la civilización, los bosques se han convertido en una fuente de combustible y materiales de construcción. Sin embargo, la historia de la civilización es también una "historia de la deforestación". En otras palabras, con el desarrollo de la economía humana, la superficie cubierta por bosques ha disminuido. Por ello, hoy en día es importante reconsiderar el uso de la madera en la construcción y plantearse programas de reforestación (González, 2015). Para evitar esta actividad (deforestación), se creó el Forest Stewardship Council (FSC), que certifica a nivel internacional que los productos madereros se elaboran con madera procedente de bosques cultivados para su desarrollo, garantizando que no hay deforestación y que el material se utiliza de forma sostenible (Rocha-Tamayo, 2011; Román, 2021).

En los países desarrollados con tradición forestal, la madera altamente tecnificada se considera un material básico para la industria de la construcción. En cambio, en los países en desarrollo como el nuestro, la madera sólo se considera un material adecuado para construcciones rústicas y temporales de escaso valor debido a la falta de conocimientos sobre sus propiedades, métodos de cultivo y procesamiento de la madera (Fournier, 2008; Felmer et al., 2021). Sin embargo, en arquitectura es importante practicar el uso adecuado de la madera, no sólo potencialmente como elemento formal y estético, sino también para no desaprovechar sus posibilidades estructurales (Lemus y Romero, 2014).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Especie forestal “*Pinus Radiata*”

El pino insigne (*Pinus radiata*) es una especie de árbol de la familia de los pinos “*Pinus sylvestris*”, nativo del suroeste de Estados Unidos, primariamente en California (Bueno, 2017). Es un árbol de altura media a excelsa, con cerca de 45 m de altura, cuyo diámetro de tronco puede llegar a más de 50 cm de anchos en 20 años, tiene buen y rápido crecimiento, alcanzando altos volúmenes de producción, por lo que se puede utilizar en corto tiempo (Guarniz, 2020).

Tabla 2

Clasificación Taxonómica

Reino	División	Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie
Plantae	Pinophyta	Pinopsida	Pinidae	Pinales	Pinaceae	Pinus L.	Pinus radiata

Nota: (Cóndor y Pardo, 2021)

Figura 2

Pino radiata



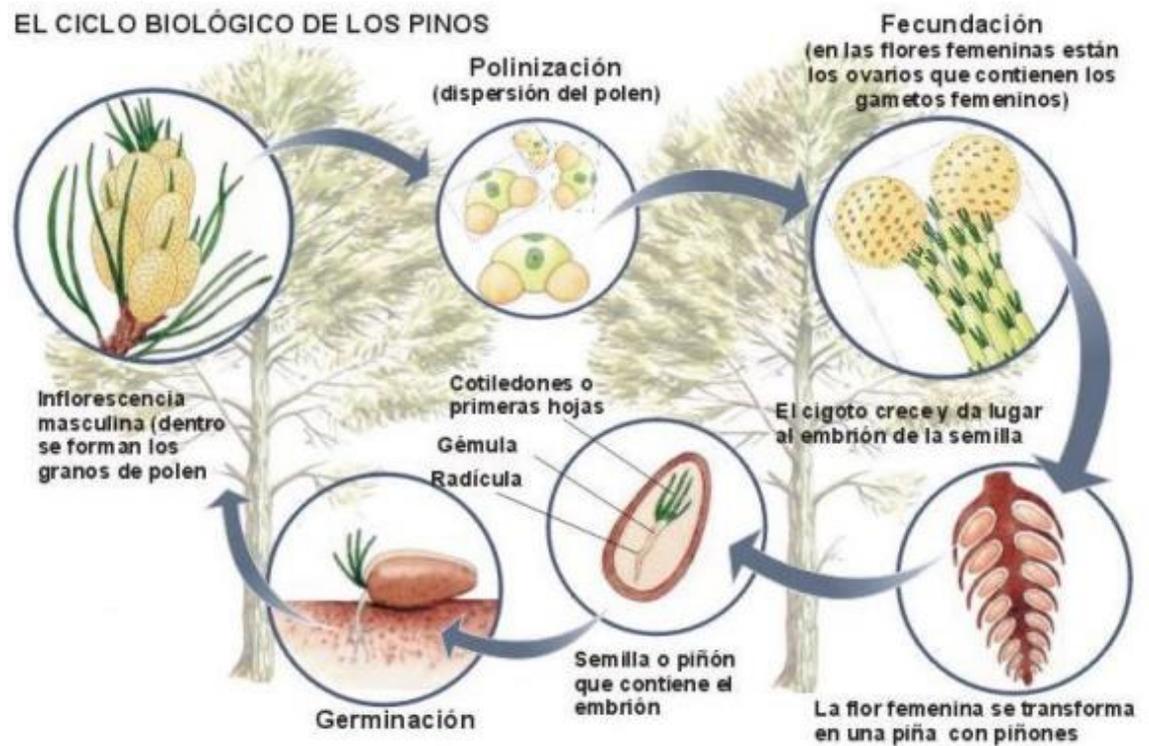
Nota: (García-Ortega y Belmonte, 2011)

2.3.1.1. Características y generalidades del pino

Árbol de porte mediano a grande, que pueden tener hasta 40 m de alto con diámetro de hasta 120 cm; su tronco es recto, cilíndrico al inicio y bastante cónico en casi toda su extensión; posee la corteza rugosa, escamosa y rojiza, sus ramas se encuentran dispuestas en pisos, lo que le provee una copa piramidal, con hojas verde claro, en forma de aguja, en grupos de 2 a 5 de 15 a 25 cm, no posee flores ni frutos verdaderos, sus semillas están en los conos hembras y el polen en los conos machos, sus acículas se encuentran en grupos de tres con grosor de 1.5 mm, posee yemas cilíndricas alargadas, con escamas libres, no resinosas (Chicaiza, 2022).

Figura 3

Ciclo Biológico de los Pinos



Nota: (Ministerio del Ambiente, 2019).

Varias especies de pinos florecen continuamente desde febrero hasta principios de agosto, desde especies pequeñas (*P. pinea*) hasta especies alpinas. El polen es altamente aerófilo, por lo que los niveles de polen de pino que se encuentran en el aire suelen ser muy altos en la polinización, para cumplir con el ciclo biológico mostrado en la Fig. 3 (García-Ortega y Belmonte, 2011).

2.3.1.2.Descripción macroscópica

Según Meza (2010) el pino tiene como descripción macroscópica a albura color crema amarillenta, duramen marón muy pálido, grano recto, brillo medio, textura fina, vetado líneas longitudinales, arcos superpuestos, olor característico, con anillos de crecimiento de distribución irregular.

2.3.1.3.El pino en Perú

Las especies de pinos más comunes en Perú son *Pinus patula*, *pinus radiata*, *pinus pseudostrobus* y el pino de Monterrey (*Pinus montezumae*).

Tabla 3

Especies de Pinos más Frecuentes

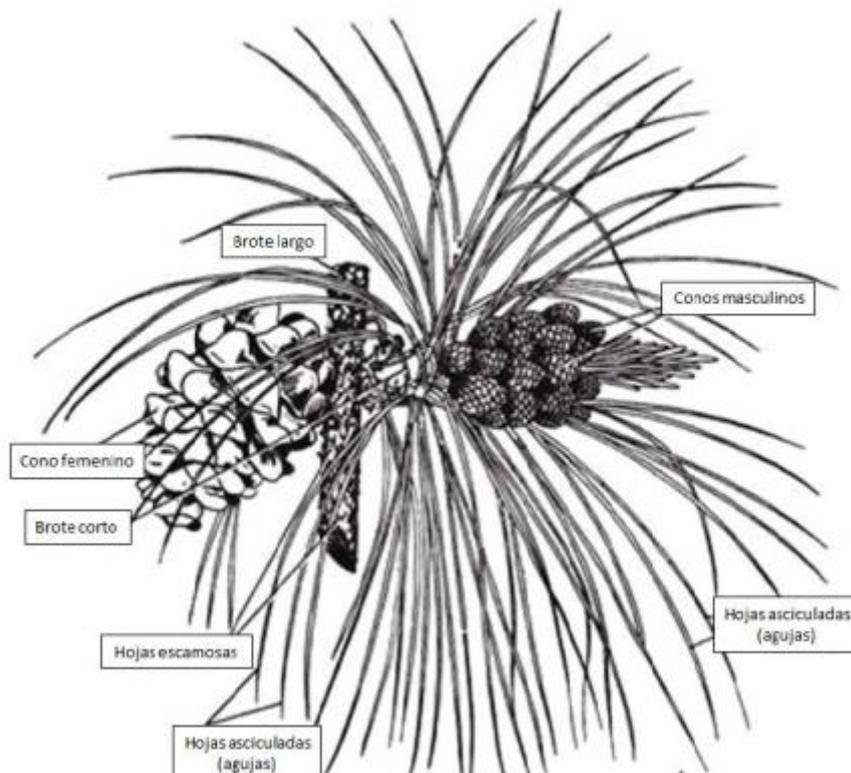
<i>P. uncinata</i>	<i>P. radiata</i>	Pino piñonero
Pino canario	<i>P. pinea</i>	<i>P. canariensis</i>
Pino carrasco	Pino marítimo	<i>P. sylvestris</i>
<i>P. strobus</i>	Pino negro	Pino de Monterrey
Pino albar	Pino de Weymouth	Pino negral <i>P. halepensis</i>
<i>P. pinaster</i>	<i>P. nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>	

Nota: (García-Ortega y Belmonte, 2011)

Los pinos del país son coníferos, por lo que no tienen flores verdaderas (masculinas y femeninas), se producen en la misma planta (eje único), pero por separado, los conos masculinos son de color amarillo y se producen en gran número en la parte inferior del dosel en las especies exóticas, por lo general en los nuevos brotes, pero los conos femeninos son de color verde, aunque luego cambian a púrpura (Ministerio del Ambiente, 2019)

Figura 4

Flores Masculinas y Femeninas del Pino



Nota: (Ministerio del Ambiente, 2019).

2.3.1.4. El pino en Cajamarca

En Cajamarca, se encuentra la especie forestal pino radiata, con árboles que, miden de 10 a 25 m de altura y tienen corteza escamosa y rojiza, especialmente en la parte superior del tronco, que generalmente es recto y tiene una longitud de tronco de 10 a 20 m y un diámetro de 25 a 50 cm y pueden ser utilizados con fines comerciales (Yoza et al., 2015).

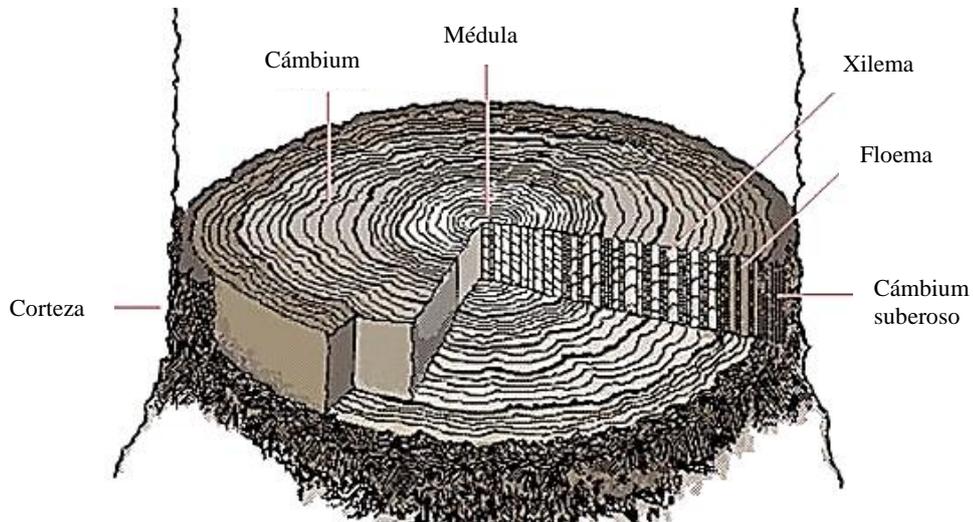
2.3.2. Madera

Las ramas, tronco y raíces de un árbol son procesadas para producir la madera (Edquén, 2022). Es anisotrópico, poroso, formado por varios tipos de células heterogéneas (Morejón, 2018). Es un material biológico poroso se compone de diferentes tipos de células, principalmente por celulosa, por lo que

sus propiedades varían considerablemente según la orientación de las fibras (Edquén, 2022).

Figura 5

Corte del fuste de un árbol



Nota: (Bueno, 2017)

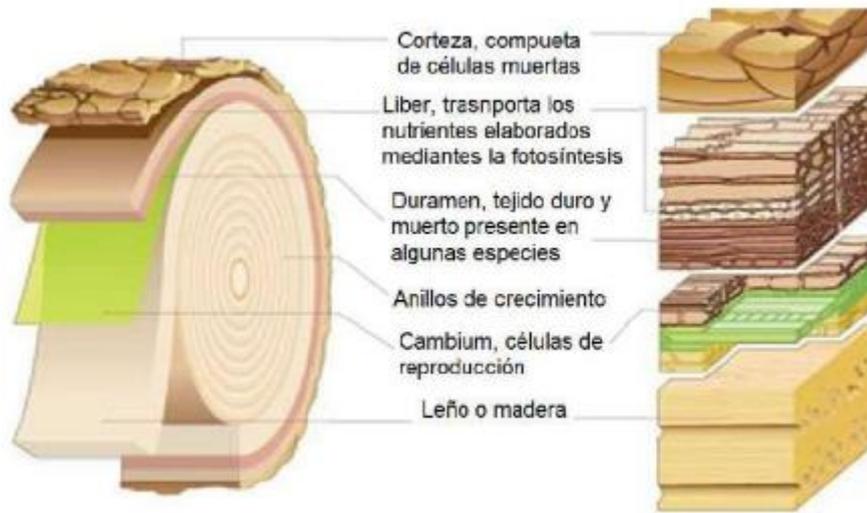
2.3.2.1. Estructura macroscópica de la madera

Si se observan las tres secciones de un tronco de madera (sección transversal, sección radial y sección tangencial), se pueden ver las siguientes estructuras a simple vista: (Campos, 2007)

- La corteza exterior o la propia corteza
- Corteza interna o líber.
- El cámbium, o manto delgada de células vivas que conforman el espesor de crecimiento de un árbol (xilema y líber).
- La madera, o tejido leñoso, forma la parte principal del tronco y muestra las diferencias entre las coníferas y algunas especies de árboles caducifolios.

Figura 6

Esqueleto del Tronco de un Árbol



Nota: (Ortiz, 2008)

2.3.2.2. Tipos de madera

La especie de madera también se deriva de una especie de árbol concreta. Muy a menudo el nombre de la madera atañe al nombre común del árbol, pero puede diferir de un lugar a otro y causar desconcierto, por lo que es aconsejable utilizar el nombre científico del árbol. No obstante, se puede clasificar a la madera en dos tipos, que, corresponden a los tipos de árboles, tales como: coníferas y latifoliadas (Cruz, 2011).

- **Coníferas.** Es un grupo con rasgos naturales que, hacen fácil su caracterización. Se caracteriza por sus hojas en forma de aguja y la ausencia de vasos sanguíneos en la madera. Vislumbra diversas familias (Cruz, 2011).
- **Latifoliadas.** Planta de hoja ancha que puede ser perenne o con mechones, con vasos sanguíneos en la madera (Cruz, 2011).

2.3.3. *Madera habilitada*

La madera habilitada es aquella madera aserrada. El aserrado da a la madera una sección transversal rectangular, lo que la hace más adecuada para la unión. Las secciones utilizadas en las construcciones varían en grosor de 35 a 100 mm y en anchura de 10 a 30 cm, las longitudes pueden ser de hasta 5 o 6 m, pero lo más habitual es que sean de 3 a 4 m (Argüelles y Arriaga, 1993). El proceso de extracción de árboles del bosque, para hacer tablas de madera para la construcción de viviendas esta dado por: (Medina, 2013)

Tala. Es la extracción de la madera, se corta desde la base del árbol. Puede ser:

- Método de tala parcial. Consiste en dividir las parcelas para que las zonas sean desbrozadas según el ciclo de crecimiento de los árboles.
- Método de tala selectiva. Incluye la tala y el acarreo en función del tamaño y la calidad de todas las zonas forestales.

Transporte. Se utiliza maquinaria especializada para retirar la madera del lugar de extracción y transportarla al lugar de eliminación, por carretera, riel o agua.

Descortezado. Se hace con rodillos especiales y se lleva a cabo en un aserradero.

Secado. Antes de poder utilizar los tableros y paneles utilizados en el edificio, el nivel de humedad debe reducirse a menos del 15%.

- Secado al aire libre. Se coloca las tablas y paneles en un lugar bien ventilado y aislado del suelo, donde haya espacio para la circulación del aire.
- Secado artificial. Se lleva a cabo mediante diversos tratamientos como el aire caliente, el vapor, el ozono y el calentamiento eléctrico.
- Secado mixto. Combina los dos anteriores

Cepillado. Este es el último paso para eliminar las irregularidades y garantizar un buen acabado de la superficie y las dimensiones correctas de la madera.

2.3.4. *Propiedades físicas de la madera*

Humedad. La madera contiene más agua posible, en estado verde, en las cavidades de sus células (Cruz, 2011). Por ello, al ser cortada y secada, la madera aún presenta rasgos de humedad, siendo la cuantía de agua en su pared celular. Cuando es mayor a 12% se considera que está en estado húmedo, y si es menor se considera en estado seco.

$$\text{Contenido de humedad \%} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100 \quad (1)$$

Densidad básica. Correspondencia entre peso y volumen (Cruz, 2011).

$$\delta b = \frac{m_o}{V_v} \quad (2)$$

$$\delta o = \frac{m_o}{V_o} \quad (3)$$

$$\delta \text{seca al aire} = \frac{m_s}{V_s} \quad (4)$$

$$\delta \text{verde} = \frac{m_v}{V_v} \quad (5)$$

Donde, δb es la densidad básica, m_o masa anhídrida de la madera, V_v volumen verde de la madera, δo es la densidad anhídrida, V_o volumen anhidro de la madera, $\delta \text{seca al aire}$ es la densidad seca al aire, m_s masa seca al aire de la madera, V_s volumen seco al aire de la madera, δverde es la densidad verde, m_v masa verde de la madera.

Tabla 4

Clasificación de la Densidad Básica

Grupo	Rango	Clasificación
I	<0.30	Muy baja
II	0.31-0.40	Baja
III	0.41-0.60	Media
IV	0.61-0.75	Alta
V	>0.75	Muy alta

Nota: (JUNAC, 1980, citado por Córdor y Pardo, 2021, p. 48).

2.3.5. *Propiedades mecánicas de la madera*

Módulo de elasticidad (MOE). Analogía del esfuerzo y deformación, es una medida de la flexibilidad de la madera (Cóndor y Pardo, 2021). Puede obtenerse de la curva tensión-deformación o de ensayos (Sánchez, 2021).

Resistencia a flexión. Capacidad de resistir cargas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal (Sánchez, 2021).

$$MOE = \frac{P'L^2}{4ae^2Y} \quad (6)$$

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2} \quad (7)$$

$$ELP = \frac{3P'L}{2ae^2} \quad (8)$$

MOE módulo de elasticidad, MOR módulo de rotura, ELP esfuerzo de la fibra al límite proporcional, L luz de la probeta cm, P carga, P' carga al límite proporcional kg, a ancho de la probeta cm, e espesor de la probeta cm, Y deflexión en el centro de la probeta al límite proporcional cm.

Resistencia a compresión paralela. Es la tensión de compresión paralelas a las fibras (Las fibras se orientan según su eje longitudinal, que coincide con ellos) (Sánchez, 2021).

$$MOE = \frac{P'D}{AY} \quad (9)$$

$$MOR = \frac{P}{A} \quad (10)$$

$$ELP = \frac{P'}{A} \quad (11)$$

MOE módulo de elasticidad, MOR módulo de rotura, ELP esfuerzo de la fibra al límite proporcional, A superficie de la sección transversal de la probeta, P carga máxima soportada por la probeta en kg, P' carga al límite proporcional, D distancia entre las abrazaderas, 15 cm, Y deformación al límite proporcional.

Resistencia a compresión perpendicular. Las fibras son sometidas a carga vertical. La resistencia se caracteriza por las tensiones últimas proporcionales en el rango de 1/4 a 1/5 de la tensión última en compresión paralela (Sánchez, 2021).

Tensión perpendicular a las fibras. Es la resistencia producto de dos fuerzas opuestas, que se extienden para romper la pieza de madera, prolongando su amplitud y disminuyendo su sección transversal (García y Espinoza, 2013).

Tensión paralela a las fibras. Resistencia a carga de tracción paralela a las fibras (Morejón, 2018), formada por la diligencia de dos fuerzas en sentido contrario, que forma deformaciones en los bloques de madera (Rubio, 2021).

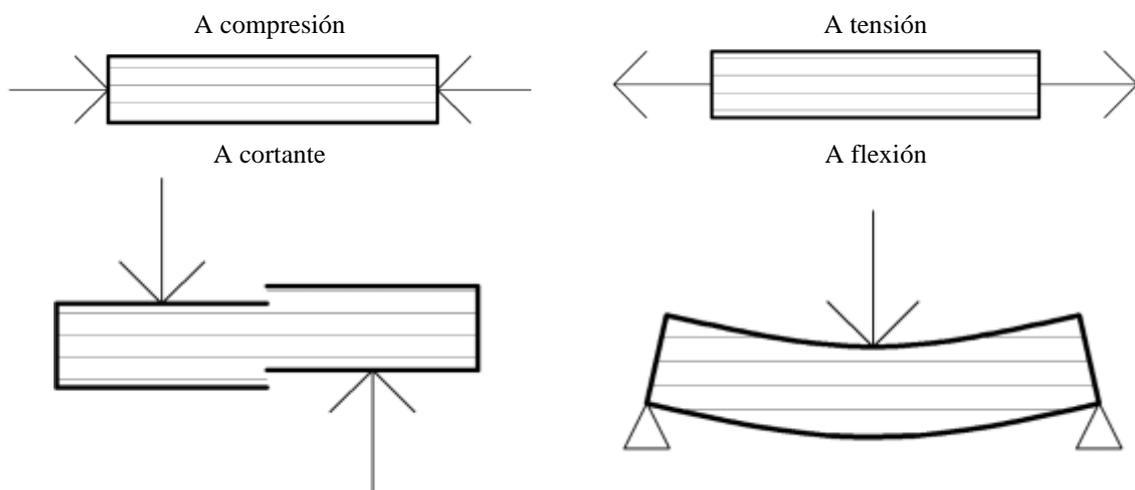
Resistencia a corte paralelo. Es la capacidad de resistir las fuerzas que, hacen que, una parte del material se deslice sobre las partes vecinas. Este deslizamiento debe producirse en la orientación paralela a las fibras (Sánchez, 2021).

$$ELP = \frac{P'}{A} \tag{12}$$

Donde, ELP esfuerzo de la fibra al límite proporcional, A superficie de la sección transversal de la probeta, P' carga al límite proporcional.

Figura 7

Esfuerzos básicos en la madera



Nota: (Guerra, 2019).

2.3.6. Esfuerzos admisibles de la madera

A diferencia del diseño de las estructuras de concreto armado que, utilizan el método de la resistencia última, las estructuras de madera se diseñan utilizando el método de la tensión admisible, reduciendo la resistencia en lugar de aumentarla (MVCS, 2014).

El esfuerzo admisible es la capacidad de un elemento estructural de madera para absorber elástica y permanentemente las cargas en condiciones normales de funcionamiento (Alvis-Gordo et al., 2017) y se determina a partir del esfuerzo básica aplicando los coeficientes de la Tabla 5.

$$Esfuerzo\ admisible = \frac{F.C. \times F.T.}{FS \times F.D.C.} \times Esfuerzo\ Básico \quad (13)$$

$$F.T = (50/h)^{\frac{1}{9}} (h\ en\ mm) \quad (14)$$

Donde, FC de reducción de masa (defecto), FT de reducción de tamaño, expresa la reducción de la tensión que puede soportar un componente en función de su altura; FS coeficiente de seguridad, FDC coeficiente de duración de carga.

Tabla 5

Coficiente considerado para esfuerzos admisibles

	Flexión	Compresión Paralela	Corte Paralelo	Compresión perpendicular
F.C	0.80	*	*	*
F.T	0.90	*	*	*
F.S	2.00	1.60	4.00	1.60
F.D.C	1.15	1.25	*	*

Nota: (*) Incluido en FS, (**) Incluye un coeficiente presencia de rajaduras por secados en los extremos de las piezas. Para las tensiones de tracción no se utiliza este método y se considera que las tensiones admisibles son el 70% de flexión. Tomado de la norma E.010 (MVCS, 2014).

2.3.7. Clasificación estructural de la madera

La madera de acuerdo a la norma E.010 (MVCS, 2014) se clasifica en los grupos estructurales A, B o C. Así mismo, Cruz (2022) argumenta que, al diseñar, en madera húmeda, estos esfuerzos admisibles, se pueden utilizar para madera seca, además, los módulos de elasticidad se utilizan para dimensionar elementos de madera sometidos a esfuerzos a flexión, compresión y tensión.

Tabla 6

Clasificación de la madera por densidad básica

Grupo estructural	A	B	C
Densidad básica (g/cm ³)	0.71-0.90	0.56-0.70	0.40-0.55

Nota: norma E.010 (MVCS, 2014).

Tabla 7

Clasificación de la madera por esfuerzos admisibles

Grupo	Flexión (MPa)	Tracción	Compresión	Compresión
		Paralela (MPa)	Paralela (MPa)	Perpendicular (MPa)
A	21	14.5	14.5	1.5
B	15	10.5	11	1.2
C	10	7.5	8	0.8

Nota: norma E.010 (MVCS, 2014).

Tabla 8

Clasificación de la madera por su Módulo de Elasticidad

Grupo	E mín. (E .005)	E promedio (MPa)
A	9,500	13,000
B	7,500	10,000
C	5,500	9,000

Nota: Tomado de la norma E.010 (MVCS, 2014).

2.4. Hipótesis

H1: La madera habilitada “Pinus Radiata” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota se clasifica en el grupo estructural C, según la norma E.010.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente

La “Madera habilitada” es la madera aserrada y cortada a medida destinada a la construcción. Se analizan las características generales de la madera de pino, sus procesos de aserrado y conservación para evaluar la misma. Tiene como dimensiones a las características anatómicas y al proceso de aserrado y acondicionamiento de la madera para su evaluación estructural.

2.5.2. Variable dependiente

La “Evaluación estructural” se refiere al análisis de las propiedades de la madera pino radiata en estado húmedo para determinar su clasificación estructural según la norma E.010 (MVCS, 2014).

Propiedades físicas. Estas son las peculiaridades específicas según la normativa vigente (E.010), que define el estado húmedo de la madera, con una humedad aproximada del 12%, y la densidad básica.

Propiedades mecánicas. Representan la resistencia de la madera.

Esfuerzos admisibles. Es el producto de la resistencia mecánica máxima promedio por el factor de corrección especificado en la norma E.010 (MVCS, 2014). Está indexado: compresión paralela y perpendicular, flexión estática, tensión perpendicular y corte o cizallamiento.

Tabla 9

Matriz de Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	Ítem
VD Evaluación estructural	Se refiere al análisis de las propiedades físicas y mecánicas de la madera pino radiata en estado húmedo para determinar su clasificación estructural según la norma E.010 (MVCS, 2014).	Propiedades físicas	Características propias de la madera	Humedad	%
				Densidad básica	Gr/cm3
				Cizallamiento	Kg/cm2
				Compresión paralela	Kg/cm2
				Compresión perpendicular	Kg/cm2
				Flexión estática	Kg/cm2
		Propiedades mecánicas	Características resistentes de la madera frente a cargas	Tensión paralela	Kg/cm2
				Tensión perpendicular	Kg/cm2
				Cizallamiento	Kg/cm2
				Compresión paralela	Kg/cm2
				Compresión perpendicular	Kg/cm2
				Flexión estática	Kg/cm2
Esfuerzos admisibles	Capacidad de la madera para resistir esfuerzos permanentes al ser utilizado con fin estructural	Tensión perpendicular	Kg/cm2		
		Flexión estática	Kg/cm2		
		Compresión perpendicular	Kg/cm2		
		Compresión paralela	Kg/cm2		
		Cizallamiento	Kg/cm2		
		Tensión perpendicular	Kg/cm2		
VI Madera habilitada	Es la madera aserrada y cortada a medida destinada a la construcción. Se analizan las características generales de la madera, sus procesos de aserrado y conservación para evaluar la misma (Tkніка, 2019).	Características anatómicas	Son las características visuales del árbol de pino	Color	
				Edad	Años
				Diámetro	cm
				Tala de árboles	Nº
				Corte en trozas	Nº
				Aserrado en viguetas	Nº
		Proceso de aserrado y acondicionamiento de la madera	Son las características finales que tendrá la madera a ensayar, previos procesos de habilitación	Elaboración de probetas	Nº
				Acondicionamiento	°C
				Dimensiones de probetas	cm

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque es cuantitativo porque según De La Cruz (2016) examina la realidad existente para proporcionar explicaciones teóricas y afirmaciones cuantitativas, en este caso se ha realizado la evaluación estructural de la madera habilitada para clasificar la misma.

El tipo de investigación es básica, se han determinado información inédita acerca de las propiedades de la madera "*pinus radiata*" de Santa Clara, Chalamarca, con el fin de verificar su uso estructural en una vivienda.

El nivel del estudio es descriptivo, se han detallado los procesos y resultados del análisis de las características de la madera pino de Santa Clara, Chalamarca, verificando su grupo según la norma E.010 (MVCS, 2014).

Tabla 10

Tipo de investigación según los principales criterios

Criterio	Tipo de investigación
Enfoque metodológico	Cuantitativa
Finalidad	Básica
Control de diseño de la prueba	No experimental
Objetivos	Descriptiva
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Fuente de datos	Primaria
Contexto donde sucede	Laboratorio y campo

3.2. Diseño de investigación

No experimental descriptivo simple transversal, se ha analizado la madera con sus características naturales, sin alterar la misma, es decir simplemente la madera ha pasado por procesos convencionales de habilitación, que se siguen para

su uso en la industria de la construcción; para luego realizar los ensayos a la madera en un momento dado (corte transversal), y finalmente se han descrito los resultados alcanzados, por tanto, la ecuación de análisis está dada por: (Fig. 8)

$$M \leftarrow O \quad (15)$$

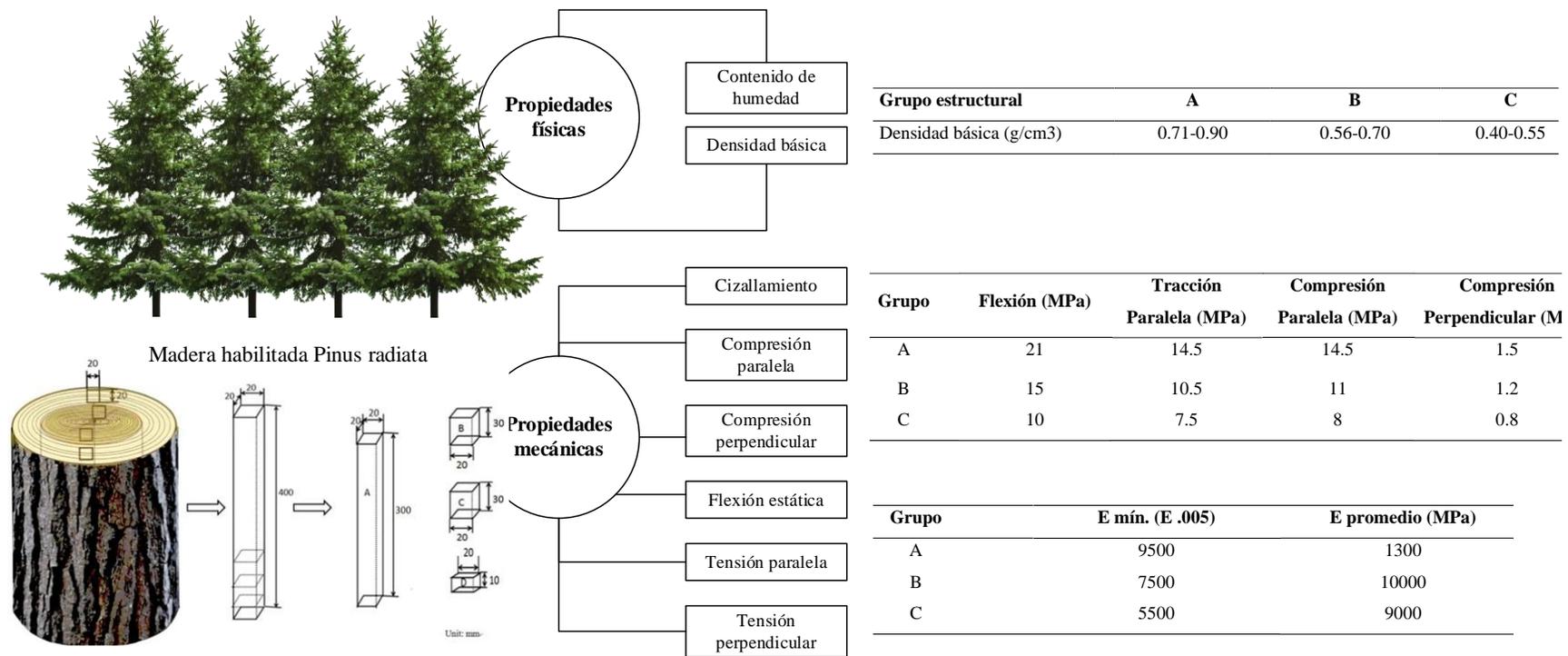
Donde, M es la muestra, en este caso la madera habilitada, misma que pasa por observación (O), para llegar a definir su uso estructural.

3.3. Métodos de investigación

Se ha usado en base al enfoque cuantitativo el método hipotético deductivo, mismo que, busca deducir la hipótesis de estudio, a través de la inferencia estadística, a partir de resultados alcanzados, en este caso, la densidad básica, esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad para inferir el grupo de clasificación estructural de la madera habilitada "*pinus radiata*".

Figura 8

Diseño de investigación descriptivo simple



Clasificación estructural según la Norma E.010 "MADERA"

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Los árboles del bosque de pino “*Pinus Radiata*” de 21,034 m² de extensión, ubicado en la localidad de Santa Clara, distrito de Chalamarca, Chota, en las coordenadas UTM WGS84 17S 780 184.81 m E, 9,278,232.83 m S a 2,635 msnm, cuya madera habilitada es objeto de estudio.

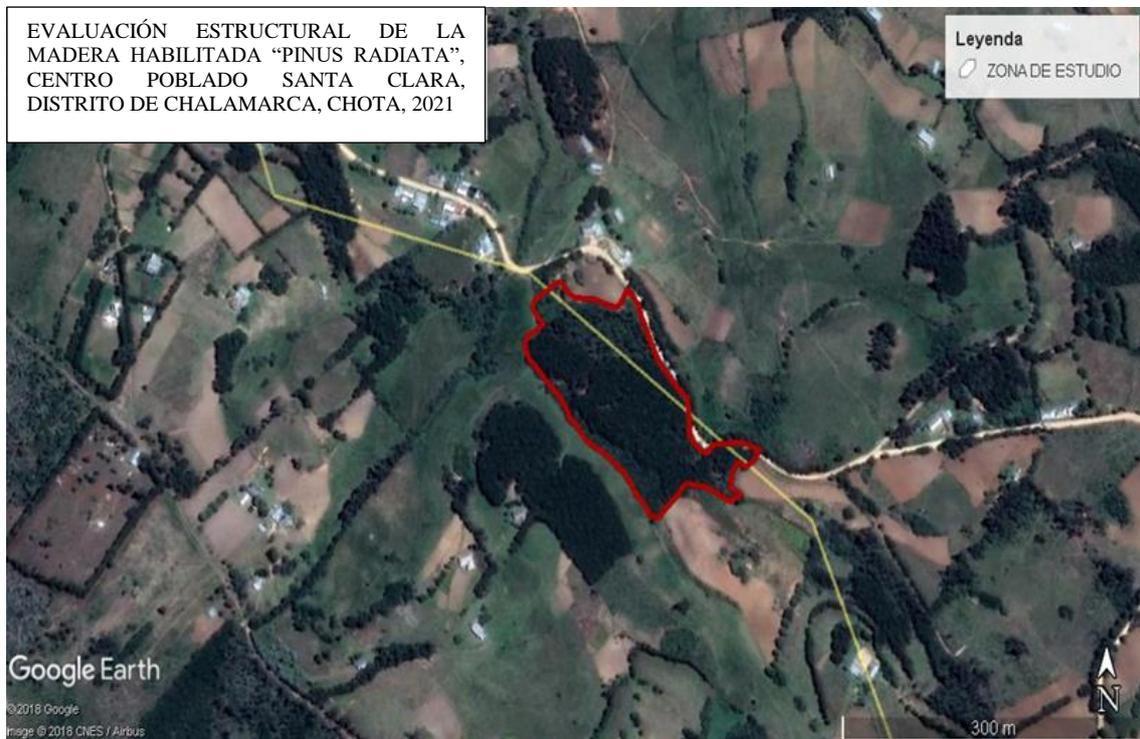
Tabla 11

Ubicación del bosque de “Pinus radiata”, Santa Clara

Bosque	Área (m ²)	Perímetro (m)	Coordenadas UTM WGS84		
			Este (m)	Norte (m)	Altura (msnm)
Pino radiata	21 034	711	780,184.81	9,278,232.83	2,635

Figura 9

Vista satelital del bosque de “pinus radiata” en Santa Clara, Chalamarca



Nota: (Google earth, 2021).

3.4.2. Muestreo

Se ha aplicado el muestreo probabilístico de población finita, utilizando la ecuación (16), donde N (población) es igual a 1,800 árboles que, forman parte del bosque de pino en Santa Clara – Chalamarca, p es la proporción aproximada de árboles que, tienen el criterio de estudio, en este caso tomando como criterio la norma NTP 251.008 (2016), se ha definido aquellos árboles, cuyo tronco sea mayor a 12”, siendo el 99% del total de árboles del bosque, por tanto q, que es la proporción de árboles que, no presenta el criterio de estudio es igual a 1%; Z es 1.96 para un nivel de confianza del 95%, con un margen de error d, del 10%; dando como muestra (n) el número de árboles de corte, siendo igual a 4, pero la norma NTP 251.008 (2016) especifica un mínimo de 5 árboles, por lo que, la muestra final definida es igual a un total de cinco (5) árboles de pino del bosque en Santa Clara – Chalamarca. Pero para la elección de los árboles se ha seguido el proceso probabilístico al azar descrito en la misma norma NTP 251.008 (2016), donde se argumenta que, se debe girar un elemento direccionador, y caminar hacia donde apunte para tomar como muestra al primer árbol que, se encuentre en dicha dirección, que cumpla con los criterios de inclusión.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (16)$$

$$n = \frac{1800 \times 1.96^2 \times 0.99 \times 0.01}{0.10^2 \times (1800-1) + 1.96^2 \times 0.99 \times 0.01} = 4 \quad (17)$$

3.4.3. Muestra

Cinco (5) árboles de pino “*Pinus radiata*” cuyo diámetro de tronco sea mayor a 12”, seleccionados aleatoriamente según el procedimiento descrito en la NTP 251.008 (2016), para la elaboración de 40 probetas con dimensiones variables según indica sus respectivas normas técnicas de ensayo.

Tabla 12*Número de muestras para el estudio*

Madera	N° de Árboles	Troza/árbol	Vigueta/árbol	Probeta		
				Por vigueta	Cantidad	Dimensiones
Húmeda	5	1	1	8	40	Por ensayo

Nota: Cuando el diámetro de tronco es mayor a 30 cm, la norma NTP 251.008 (2016) sugiere un mínimo de cinco (5) árboles.

Tabla 13*Probetas para ensayos*

Humedad	Densidad	Corte	Compresión	Compresión	Flexión	Tensión	Tensión
	básica	paralelo	paralela	perpendicular	estática	paralela	perpendicular
5	5	5	5	5	5	5	5
Total, 40 probetas							

Nota: En las NTP 251.008 (2016) y NTP 251.009 (2016) se sugiere que, el número de ensayos en madera se debe adoptar en base a la precisión que, se desee obtener en el estudio.

3.4.4. Objeto de estudio

La madera habilitada de los árboles de “*Pinus radiata*” del bosque secundario en Santa Clara, distrito de Chalamarca. Los árboles han pasado por procesos de tala, aserrado y acondicionamiento para que, la madera sea habilitada a las dimensiones de cada probeta.

Tabla 14*Criterios de Inclusión y Exclusión*

Inclusión	Exclusión
Árboles de la especie “ <i>pinus radiata</i> ”	Árboles de otras especies disímiles a “ <i>pinus radiata</i> ”.
Árboles con tronco mayor a 12”	Árboles con tronco menor a 12”, medido a la altura de medido a la altura de 1.20 m del suelo.
Árboles del bosque en la jurisdicción de Santa Clara, Chalamarca,	Árboles en otros bosques fuera o dentro de la jurisdicción de Santa Clara, Chalamarca, que no correspondan a la delimitación de la Fig. 9.
Árboles de 20 a 40 años de edad de plantación.	Árboles con menos de 20 años, o más de 40 años de plantación.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación sistemática. Ha permitido lograr información de carácter general del bosque de “*pinus radiata*” en Santa Clara a través de la inspección visual; así como, del proceso de aserrado y acondicionamiento de la madera.

Ensayos de laboratorio. Son pruebas físicas y mecánicas para determinar la clasificación de la madera “*pinus radiata*”.

Análisis de esfuerzos admisibles. Cálculo las cargas admisibles para clasificar la especie en el grupo A, B o C (MVCS, 2014).

3.5.2. Instrumentos

Cuaderno de campo. Se han registrado las coordenadas de ubicación del bosque, de los árboles tomados como muestra, y demás procesos realizados durante la selección, colección y preparación de probetas de madera para los ensayos físico-mecánicos dados en las normas técnicas peruanas.

Formatos de ensayos de laboratorio. Formatos donde se muestran los resultados de las pruebas a la madera pino del bosque en Santa Clara, Chalamarca, realizados según las normas técnicas peruanas, así mismo, también se muestran los módulos de elasticidad.

Matriz de análisis. Hoja de cálculo de las cargas admisibles según los factores de seguridad, calidad y otros indicados dados en la norma E.010, para clasificarlo.

Tabla 15 Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
VI Madera habilitada	Primaria	Observación sistemática	Cuaderno de campo
VD Evaluación estructural	Primaria	Pruebas de laboratorio Análisis de esfuerzos admisibles	Formatos de laboratorio Matriz de análisis

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

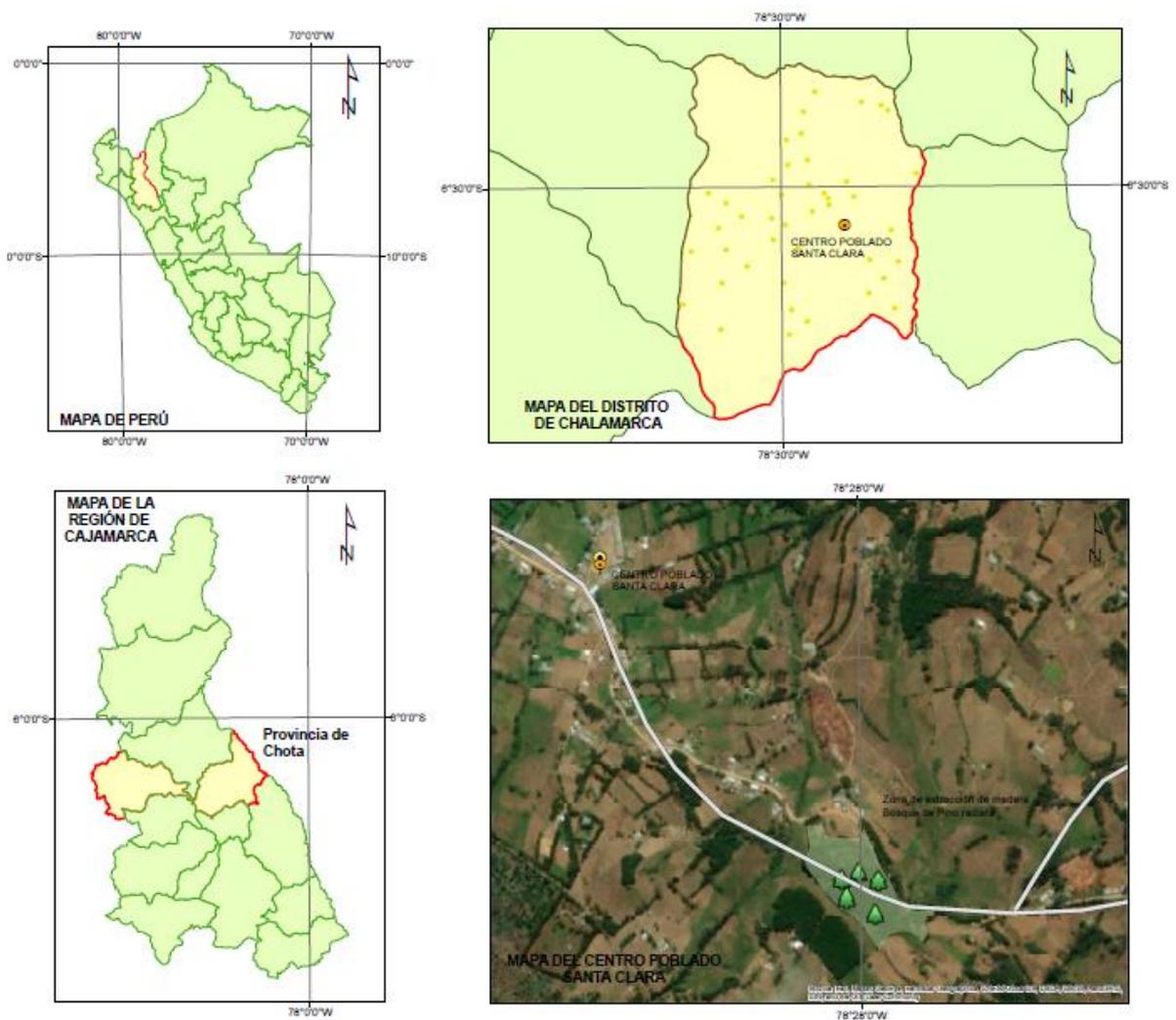
3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Descripción del bosque de “Pinus radiata”

El bosque de pino “Pinus Radiata” de 21,034 m² de extensión, está ubicado en la localidad de Santa Clara, distrito de Chalamarca, Chota, en las coordenadas UTM WGS84 17S 780,184.81 m E, 9,278,232.83 m S a 2,635 msnm, se puede llegar al mismo por carretera afirmada Chalamarca – Santa Clara, al margen derecho de la vía.

Figura 10

Ubicación del bosque de “Pinus radiata” en Santa Clara, Chalamarca



Nota: (ver mapa en anexo H).

Figura 11

Bosque de “pinus radiata”



3.6.1.2. Selección y colección de muestras (NTP 251.008, 2016)

El bosque tiene una extensión de 2.1 ha, por ello, ya no se ha dividido en subzonas de estudio, sino se ha trabajado en todo el bosque como una única zona de análisis. En esta área para determinar las características de la especie arbórea “pinus radiata” primero se han talado cinco árboles, cuyo tronco sea mayor a 12”, según el proceso de selección al azar descrito en la norma NTP 251.008 (2016). Una vez situado en el centro, se toma un rumbo (N,S,E,O) al azar, para ello se ha utilizado un elemento direccionador de acero similar a una ruleta; definida la dirección, se transita en el bosque hasta llegar al lugar señalado, y a partir del mismo se toma el árbol a estudiar, mismo que, debe cumplir con los criterios de inclusión de la Tabla 14; este proceso se ha repetido hasta completar los cinco árboles de estudio.

Tabla 16

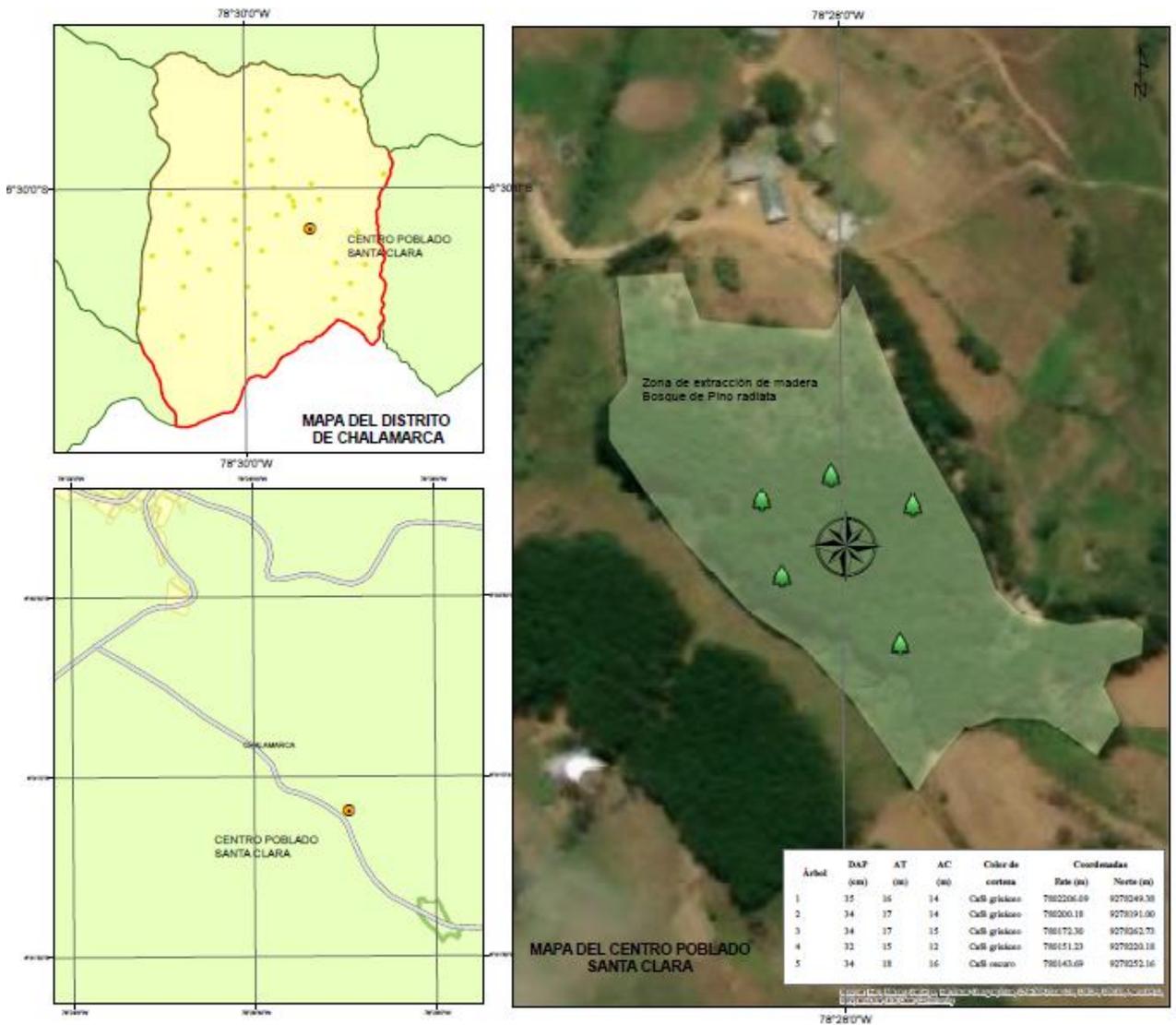
Características de los árboles seleccionados

Árbol	DAP (cm)	AT (m)	AC (m)	Color de corteza	Coordenadas	
					Este (m)	Norte (m)
1	35	16	14	Café grisáceo	780,206.09	9,278,249.38
2	34	17	14	Café grisáceo	780,200.18	9,278,191.00
3	34	17	15	Café grisáceo	780,172.30	9,278,262.73
4	32	15	12	Café grisáceo	780,151.23	9,278,220.18
5	34	18	16	Café oscuro	780,143.69	9,278,252.16

Nota: DAP= Diámetro a la altura del pecho, AT= Altura total, AC= Altura comercial.

Figura 12

Selección de árboles de pino



Para la colección de las muestras, se talan los árboles seleccionados, y de cada árbol se obtiene una troza (disco transversal de 10 cm de espesor como mínimo), de cada troza una vigueta (Se corta de una troza al azar de 8 cm) y de cada vigueta ocho probetas con las medidas individuales dadas en las normas técnicas peruanas de madera, por prueba mecánica.

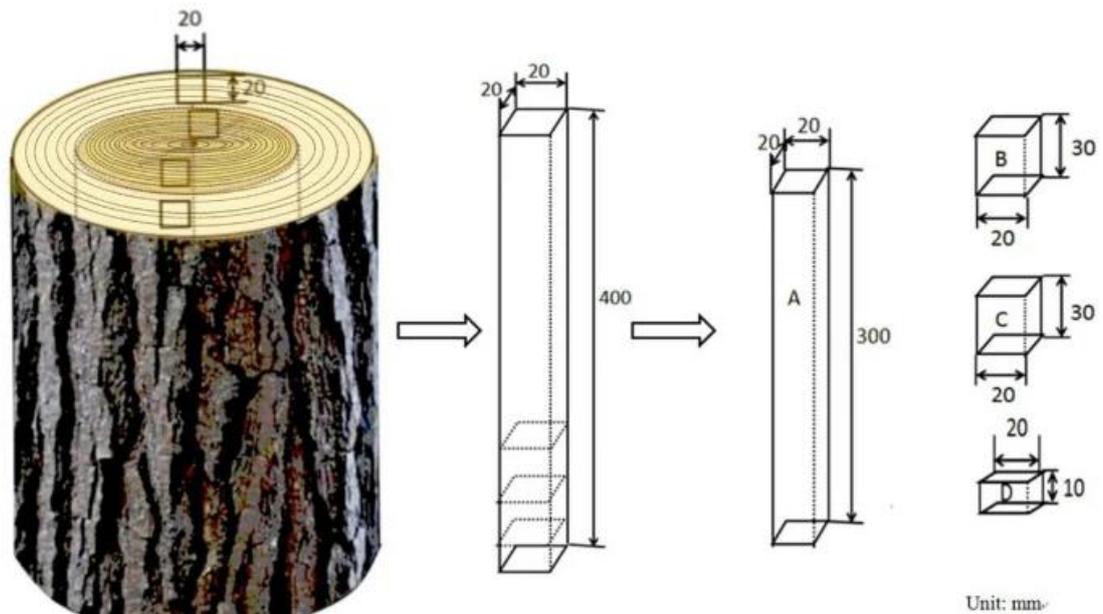
Tabla 17

Características de la troza

Árbol	N° de troza	N° de anillos	Diámetro (cm)		Médula	Diámetro (cm)		Color del duramen
			Mayor	Menor		Albura	Duramen	
1	1	13	35	33	Excéntrica	20	10	Crema oscuro
2	2	12	34	32	Excéntrica	20	10	
3	3	12	34	31	Excéntrica	20	10	
4	4	12	32	30	Excéntrica	18	10	
5	5	12	34	31	Excéntrica	20	10	

Figura 13

Preparación de muestras de "Pinus radiata" para ensayos mecánicos



Nota: (Li et al., 2021).

3.6.1.3. Acondicionamiento de la madera (NTP 251.008, 2016)

Las viguetas y probetas preelaboradas han sido colocadas dentro de parafina para mantener su humedad, al ser trasladados al laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), en la Libertad, y en el laboratorio “Servicios de Exploración Geotécnica, Asfalto y Ensayo de Materiales” (SEGEMA) de Chiclayo, Lambayeque, para realizar los respectivos ensayos de laboratorio en estado húmedo ($> 12\%$).

Figura 14

Acondicionamiento de Probetas



3.6.1.4. Ensayos de laboratorio

Se han realizado ensayos de laboratorio para determinar las características de la madera de pino. Los ensayos de tensión paralela, tensión perpendicular y cizallamiento se realizaron en el laboratorio UNT, y los ensayos de densidad básica, compresión paralela al grano, compresión perpendicular, flexión estática y contenido de humedad en el laboratorio SEGEMA de Chiclayo, Lambayeque.

3.6.1.5. Contenido de humedad (NTP 251.010, 2020)

Existen tres métodos (A, B o C) para comprobar el contenido de humedad de la madera, pero en este caso se ha determinado la humedad de las probetas después de los ensayos mecánicos, por tanto, el proceso consistió en determinar el peso de la probeta después del ensayo mecánico, luego colocarlo en el horno por 1 día, y pesar la probeta al salir del mismo.

3.6.1.6. Densidad básica (NTP 251.011, 2019)

- Se preparan probetas de 3 cm x 3 cm de sección transversal y 10 cm de longitud.
- Se determina el peso de la probeta.
- Se determina el volumen de la probeta por medición directa o por inmersión en agua.
- Se seca la probeta en horno a 103 °C, para determinar su peso anhidro.
- Finalmente, para determinar la densidad básica se utiliza el peso anhidro de la probeta y el volumen en estado saturado.

3.6.1.7. Compresión axial o paralela al grano (NTP 251.014; 2020)

- Se realiza en muestras de 5 x 5 x 20 cm.
- La carga se aplica a la base del prisma, es decir, a una superficie transversal de la probeta, en forma continua a una velocidad de 0.6 mm/min. Los datos de la curva carga-deflexión se recogen antes de que la probeta falle.
- Prestamente posterior al ensayo se recorta un prisma de 2 cm de alto sin defecto, y se determina el contenido de humedad.

3.6.1.8. Compresión perpendicular al grano (NTP 251.016, 2015)

- Se realiza en probetas prismáticas rectas de 5 x 5 x 15 cm.

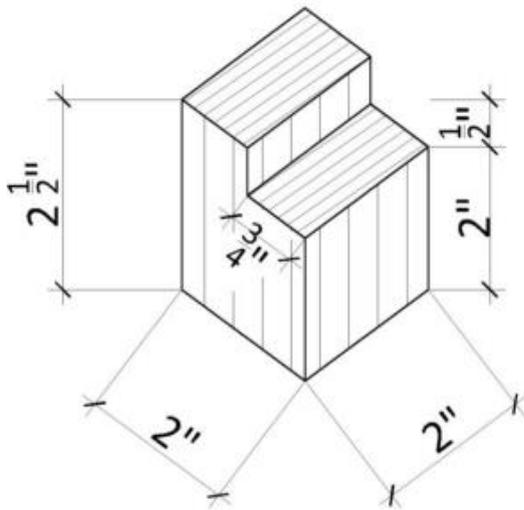
- Se coloca la probeta en el dispositivo de compresión perpendicular, cuya carga se aplica a una celeridad de 0.3 mm/min.
- Las tensiones últimas proporcionales del ensayo se anotan y calculan. Así mismo, se registra los datos para elaborar la curva.

3.6.1.9. Cizallamiento paralelo al grano (NTP 251.013, 2015)

- Se realiza en muestras de 5 x 5 x 6.5 cm.
- Se ubica el espécimen en el equipo, de tal modo que, la cara transversal absorba la fuerza.
- Se anota la carga máxima que resiste.

Figura 15

Probeta para Ensayo de Cizallamiento



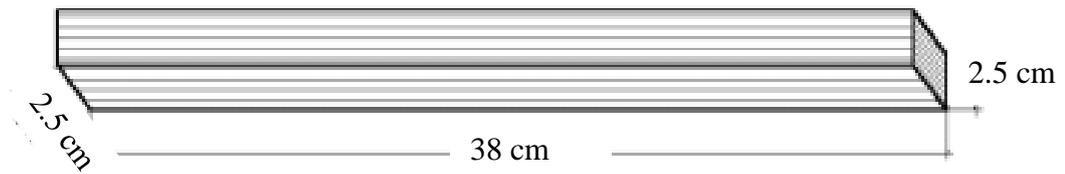
Nota: (Guerra, 2019).

3.6.1.10. Flexión estática (NTP 251.017, 2014)

- Se realiza en probetas de 38 x 2.5 x 2.5 cm.
- Se ubica la muestra en el equipo, se ubica la carga a 17.5 cm, se aplica la carga a 2.5 mm/min.
- Se miden las deflexiones producidas, para trazar la curva carga - deformación.
- Se registran las resistencias máximas alcanzadas, y la forma de falla.

Figura 16

Probeta para Ensayo de Flexión Estática



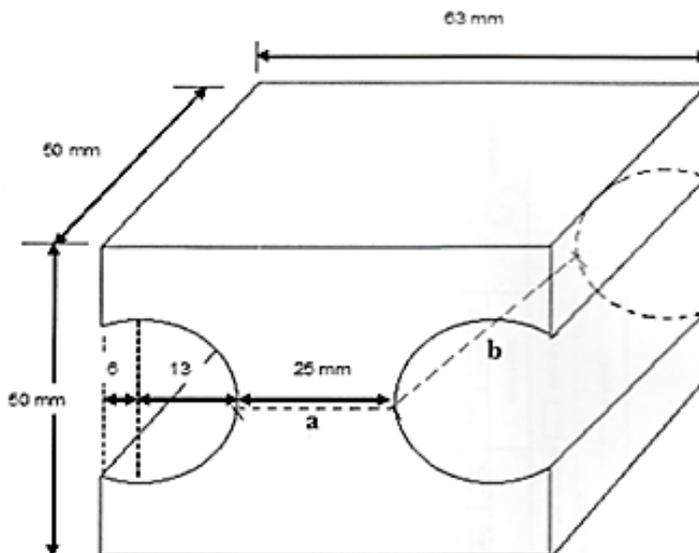
Nota: (Guerra, 2019).

3.6.1.11. Tensión perpendicular a la fibra (NTP 251.086, 2015)

- El ensayo se realiza sobre una probeta con las dimensiones de la fig. 17.
- Se sitúa la muestra centrada, en la mordaza.
- Se usa la carga hasta que la muestra falle, a 2.5 mm/min.
- Se registra la carga máxima de falla.
- Inmediatamente después del ensayo se determina la humedad de las muestras.

Figura 17

Medidas de la muestra para tensión perpendicular



Nota: (NTP 251.086, 2015).

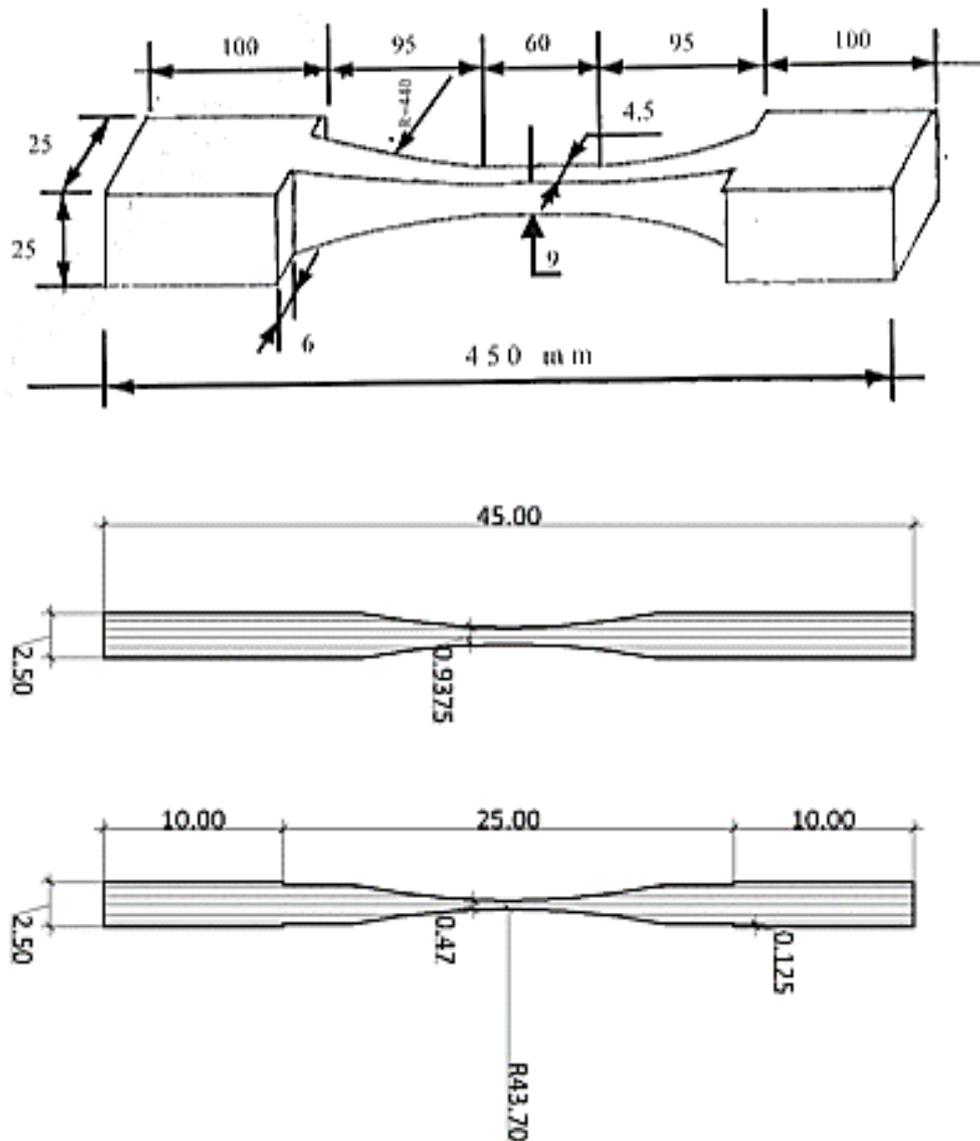
3.6.1.12. Tensión paralela a las fibras (NTP 251.085, 2017)

- El ensayo se realiza sobre una probeta con las dimensiones de la fig. 17.

- Se coloca la probeta en la mordaza, y se emplea la fuerza a 1 mm/min.
- Se calcula la distorsión de muestra, y se aplica la carga hasta su rotura, registrando la carga máxima alcanzada.
- Se elabora la curva carga – deformación.

Figura 18

Dimensiones de las probetas para tensión paralela



Nota: Adaptado de (Guerra, 2019), y (NTP 251.085, 2017).

3.6.2. *Procesamiento de datos*

Los datos se han procesado utilizando Microsoft Excel para determinar los esfuerzos admisibles y demás propiedades físico mecánicas, utilizando un ordenador portátil como soporte digital.

3.6.3. *Análisis de datos*

Para el análisis inferencial de los datos se ha usado Minitab 19. Realizando, la interpretación según los criterios de la norma E.010 (MVCS, 2014), para establecer la categorización de la madera "*pinus radiata*".

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos, que se han aplicado en la presente investigación, según Noreña et al. (2012) son:

- Valor social o científico, se han determinado las áreas de inundación siendo este un aporte social.
- Validez científica, se plantea un propósito claro de generar conocimiento con credibilidad.
- Selección equitativa del objeto, se ha analizado el número de árboles según cálculo muestral estadístico y tomando en cuenta la NTP 251.008.
- Proporción favorable del riesgo-beneficio, los mapas de inundación sirven para la gestión del riesgo frente a inundaciones.
- Credibilidad, acercamiento de los datos al evento de análisis.
- Relevancia, permite analizar el cumplimiento de la propuesta planteada, para el conocimiento general.
- Evaluación independiente.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Densidad básica

La densidad básica media de la madera “*Pinus radiata*” del centro poblado Santa Clara, es 0.496 g/cm³, por tanto, la clasificación preliminar corresponde al grupo C (de 0.40 a 0.55 g/cm³) de acuerdo la norma E.010 (MVCS, 2014).

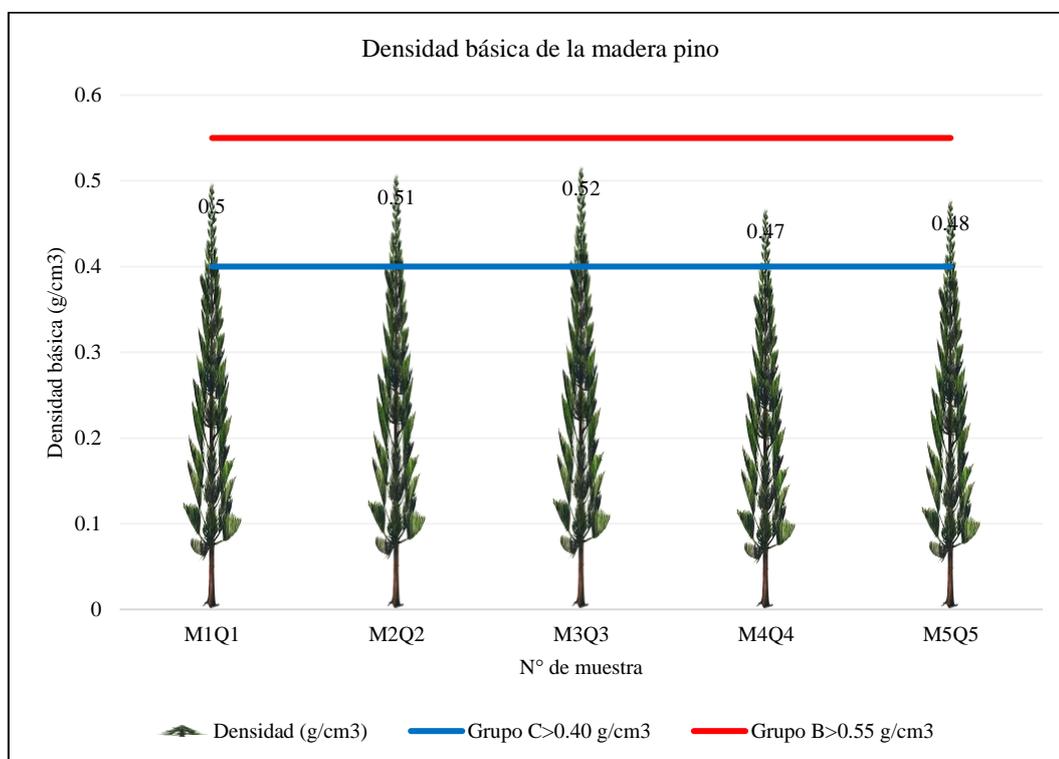
Tabla 18

Densidad básica de la madera pino

	N° de muestras	Promedio	Máximo	Mínimo	Dev. Estándar	C.V. (%)
Densidad (g/cm ³)	5	0.496	0.52	0.47	0.020736441	4.18

Figura 19

Densidad básica de la madera pino



4.1.2. *Propiedades mecánicas*

Se han talado cinco árboles del bosque de pino en Santa Clara, distrito de Chalamarca, para analizar las propiedades mecánicas. La resistencia media a compresión paralela y perpendicular de la madera es 180.50 kg/cm² y 180.04 kg/cm², lo que, significa que, tiene capacidad para soportar cargas de aplastamiento, siendo así, puede tener un uso funcional como pilares. La resistencia media a tracción paralela y perpendicular asciende a 574.51 kg/cm² y 18.53 kg/cm², por tanto, la madera presenta firmeza al estiramiento, sobre todo si las fuerzas se aplican en sentido paralelo. La resistencia media a corte paralelo o cizallamiento es 32.42 kg/cm², por tanto, es firme frente a punzonamiento, tiene buenas características frente a este tipo de cargas. La resistencia media a flexión es 261.18 kg/cm², por tanto, tiene capacidad para soportar las fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal, cuando la probeta es prismática en forma de viga, no obstante, la firmeza a la rotura es relativamente baja en contraste con otras maderas descritas en la norma E.010 (MVCS, 2014).

Tabla 19

Propiedades mecánicas de la madera “Pinus radiata”

Resistencia (kg/cm²)	Flexión	Compresión paralela	Compresión perpendicular	Tracción paralela	Tracción perpendicular	Corte paralelo (Cizallamiento)
N° de muestras	5	5	5	5	5	5
Promedio	261.18	180.50	180.04	574.51	18.53	32.42
Máximo	269.77	189.61	190.18	666.90	18.93	33.61
Mínimo	255.85	168.92	167.73	521.08	17.95	31.16
Dev. Estándar	5.64	8.86	8.34	56.67	0.40	0.97
C.V. (%)	2.16	4.91	4.63	9.86	2.14	2.99

Figura 20

Tensión paralela, madera de pino

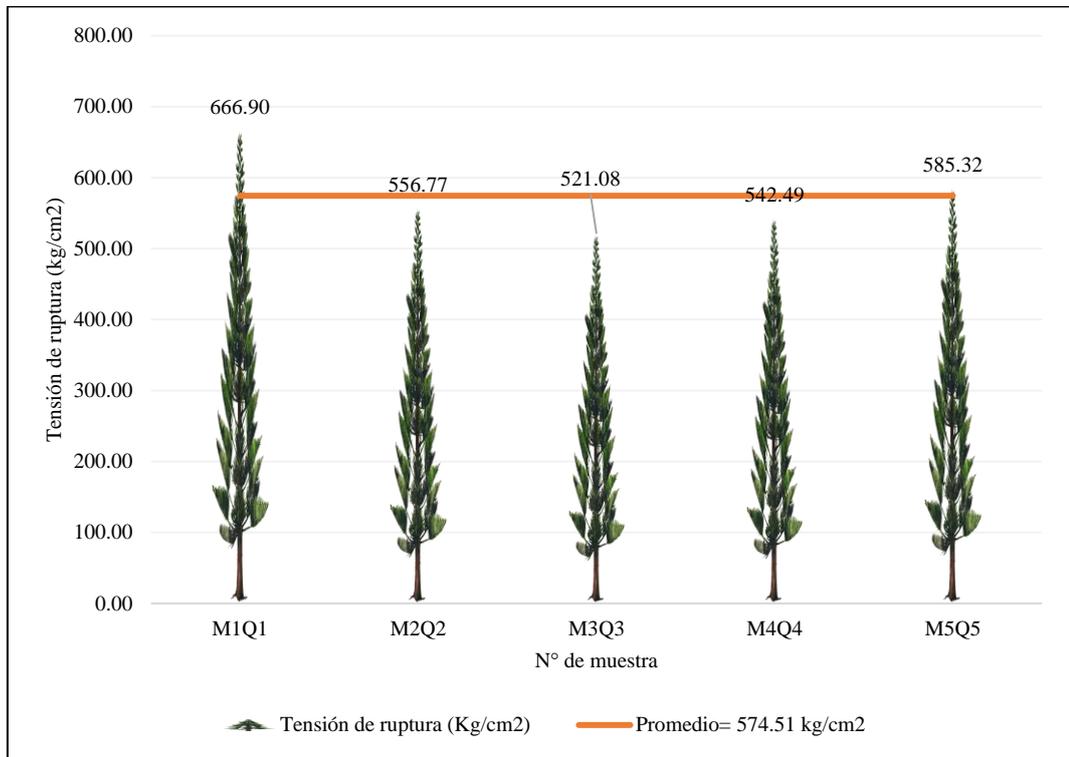


Figura 21

Tensión perpendicular, madera de pino

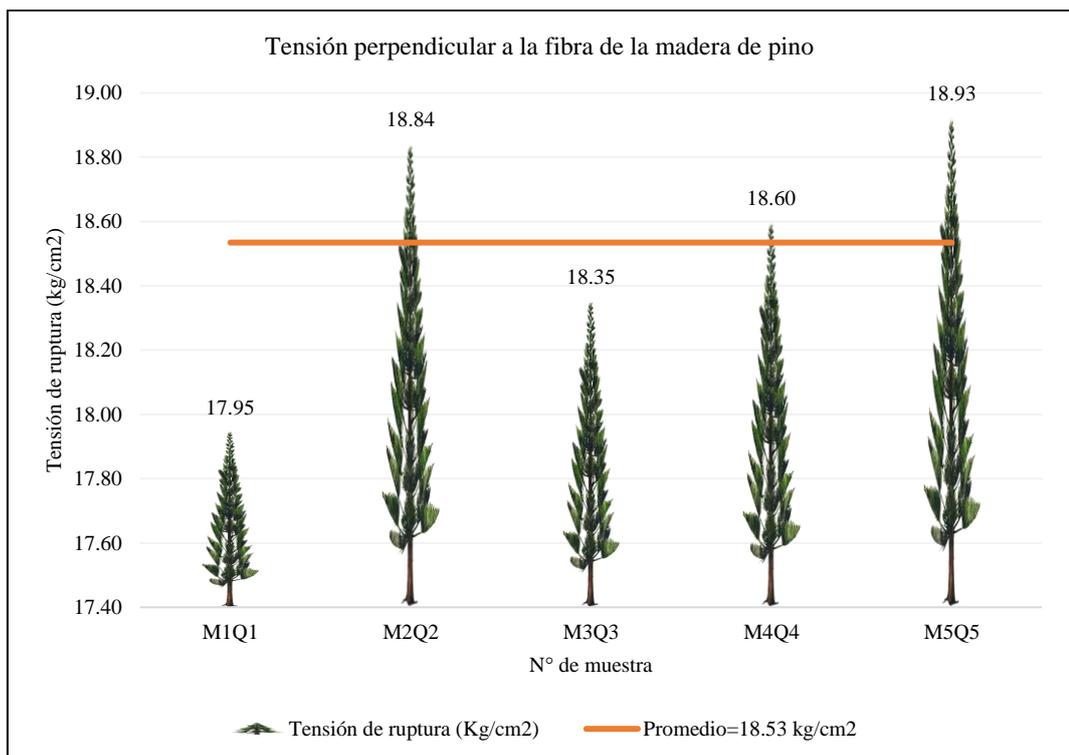


Figura 22

Cizallamiento paralelo, madera de pino

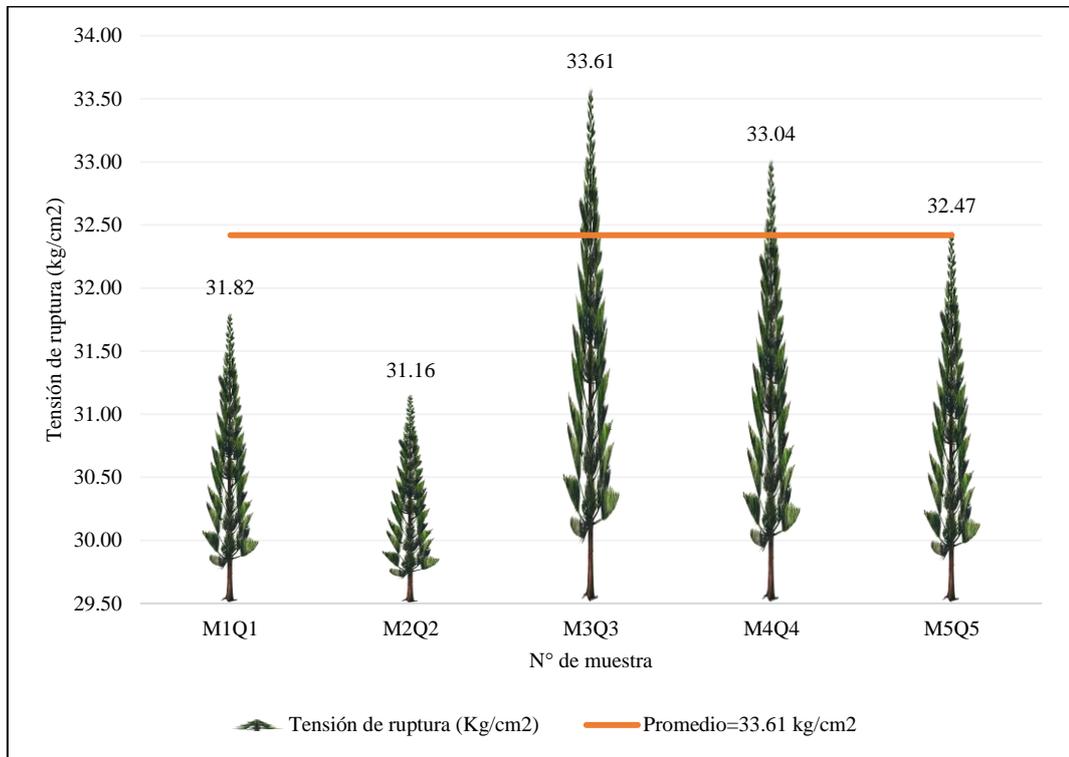


Figura 23

Compresión paralela, madera de pino

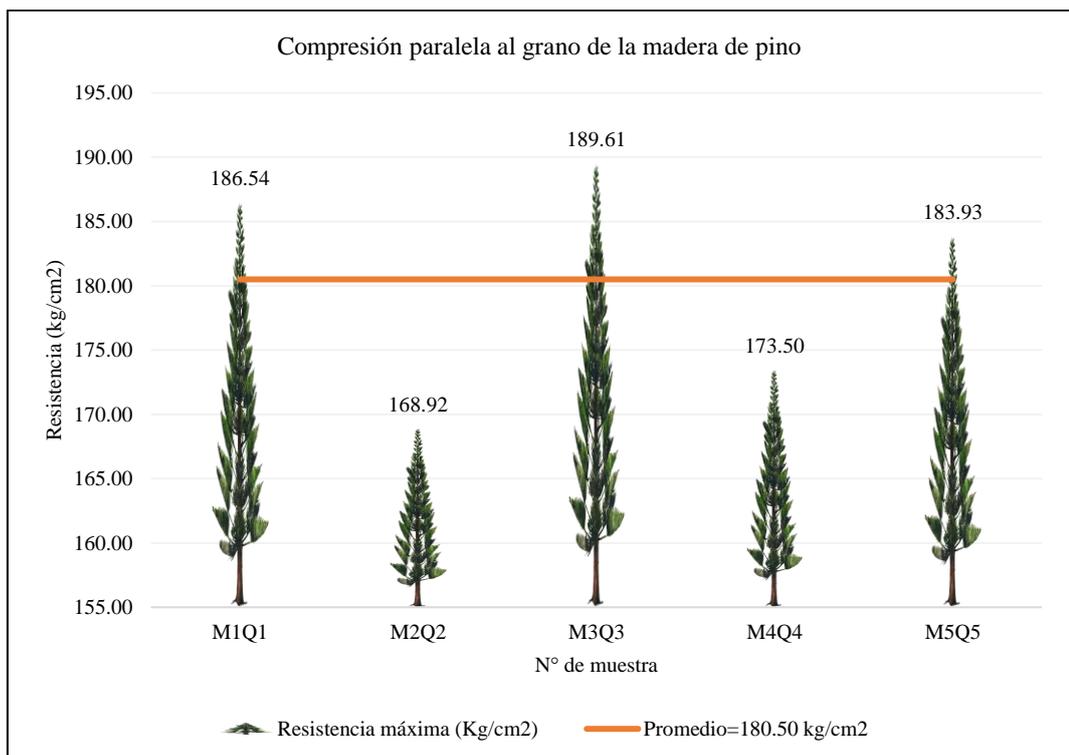


Figura 24

Compresión perpendicular, madera de pino

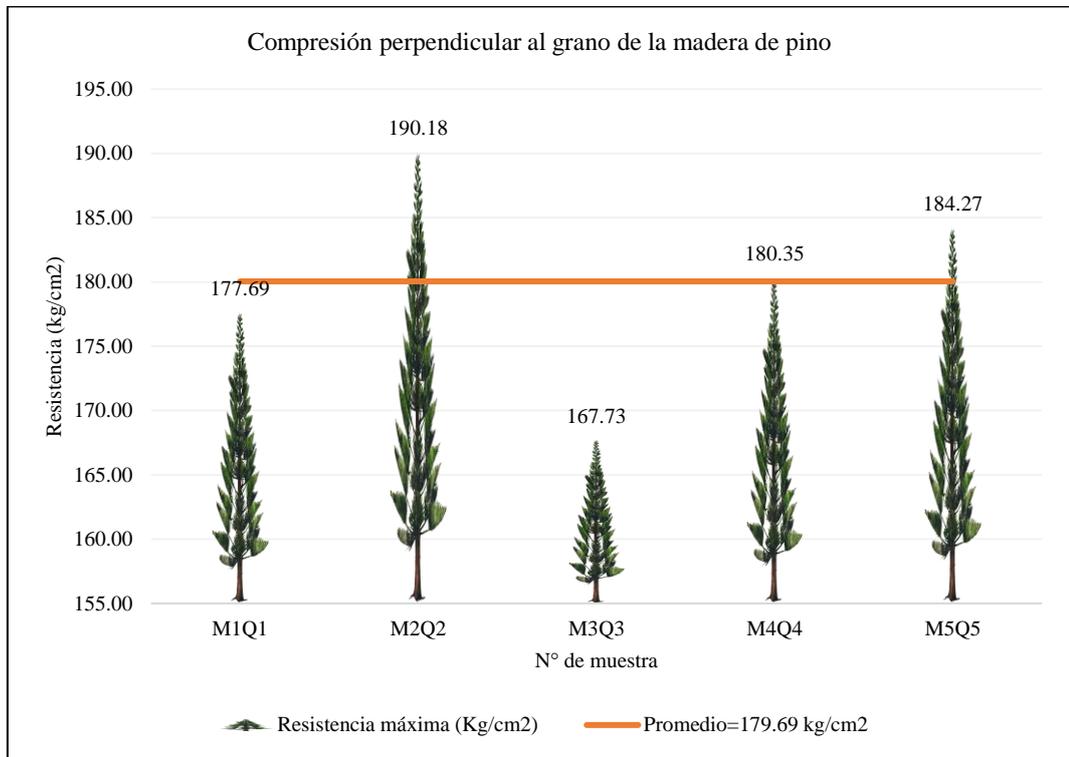
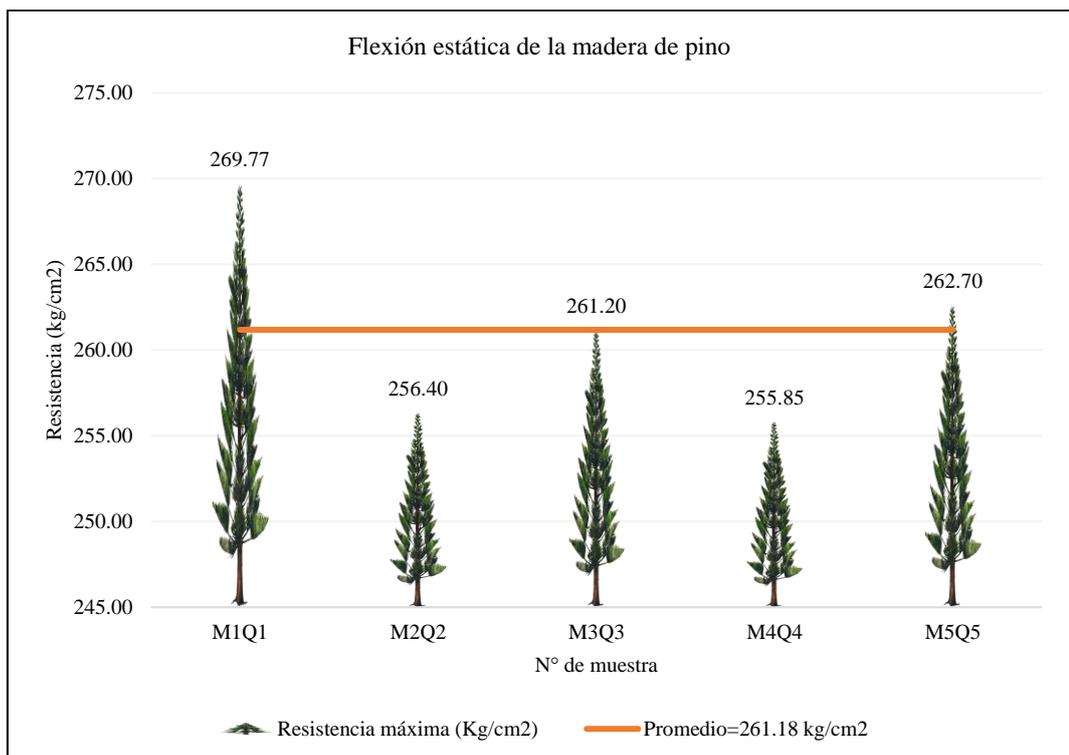


Figura 25

Flexión estática, madera de pino



La humedad media de la madera posterior al análisis de compresión paralela y perpendicular es 28.76% y 20.11%, respectivamente, en ambos casos supera la humedad de 22%, por tanto, los parámetros mecánicos de la madera “Pinus radiata” se han determinado en estado húmedo, siendo este el estado crítico que, sugiere la norma E.010 (MVCS, 2014).

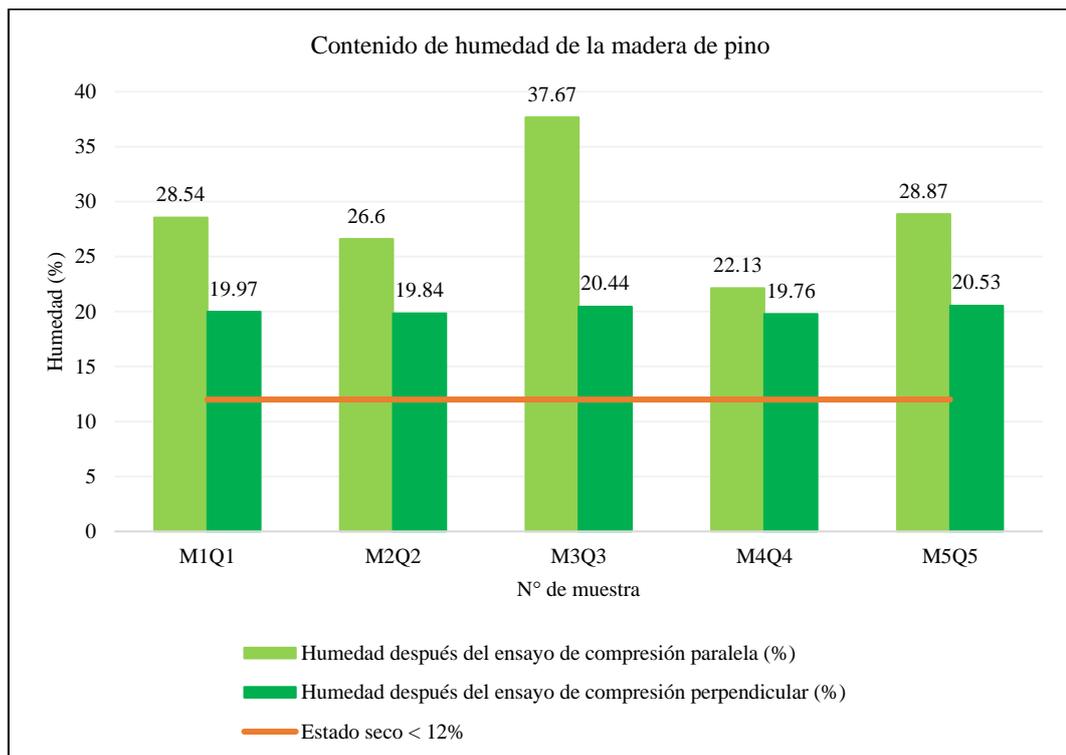
Tabla 20

Humedad de la madera de pino

Humedad (%)	Humedad (%) después del ensayo de	
	Compresión paralela	Compresión perpendicular
N° de muestras	5	5
Promedio	28.76	20.11
Máximo	37.67	20.53
Mínimo	22.13	19.76
Desv. Estándar	5.66	0.35
Coef. Variación	19.67	1.76

Figura 26

Humedad, madera de pino



4.1.3. Módulo de elasticidad

Para determinar el módulo de elasticidad se han registrado las curvas esfuerzo deformación de cada uno de los parámetros mecánicos (Fig. 28, 29, 30, 31, 32, 33). El módulo de elasticidad a compresión paralela y perpendicular, en promedio es igual a 91,896.70 kg/cm² y 93,586.20 kg/cm², siendo así, supera el límite promedio para la clasificación C (90,000 kg/cm²) dado en la norma E.010 (MVCS, 2014), además, los módulos de elasticidad mínimos fueron 89,343.30 kg/cm² y 86,845.80 kg/cm², por tanto, también superan el mínimo (55,000 kg/cm²) para el grupo C. El módulo de elasticidad a tracción paralela y perpendicular, en promedio es igual a 95,751.30 kg/cm² y 92,671.80 kg/cm², por tanto, supera el límite promedio para la clasificación C (90,000 kg/cm²), así mismo, los módulos de elasticidad mínimos fueron 86,845.80 kg/cm² y 89,735.00 kg/cm², por tanto, también superan el mínimo (55,000 kg/cm²) para el grupo C. El MOE promedio y mínimo frente a corte paralelo de la madera de pino es igual a 92,625.20 kg/cm², y 89,035.80 kg/cm², respectivamente, por tanto, supera los límites promedio (90,000 kg/cm²) y mínimo (55,000 kg/cm²) para el grupo C. Finalmente, el módulo de elasticidad promedio a flexión es igual a 55,019.70 kg/cm², superando el módulo de elasticidad mínimo sugerido para el grupo C por la norma E.010 (MVCS, 2014) de 55,000 kg/cm², pero, no siendo suficiente para alcanzar el módulo de elasticidad medio de 90,000 kg/cm², normado por la norma E.010 (MVCS, 2014), siendo así, la madera se clasifica previamente en el grupo C, pero, se aclara que, el MOE a flexión alcanza solamente el valor mínimo.

Tabla 21

Módulo de elasticidad, madera “Pinus radiata”

MOE (kg/cm ²)	Flexión	Compresión paralela	Compresión perpendicular	Tracción paralela	Tracción perpendicular	Corte paralelo (Cizallamiento)
M1Q1	56,855.6	96,087.8	92,718.5	111,149.0	89,735.0	90,900.4
M2Q2	53,819.9	87,014.1	101,263.0	92,794.2	94,221.8	89,035.8
M3Q3	55,094.4	94,053.3	89,343.3	86,845.8	91,774.4	96,028.1
M4Q4	53,921.5	89,371.4	92,225.5	90,414.8	92,998.1	94,396.6
M5Q5	55,406.8	92,956.8	92,380.5	97,552.8	94,629.6	92,765.0
Promedio	55,019.7	91,896.7	93,586.2	95,751.3	92,671.8	92,625.2
Máximo	56,855.6	96,087.8	101,263.0	111,149.0	94,629.6	96,028.1
Mínimo	53,819.9	87,014.1	89,343.3	86,845.8	89,735.0	89,035.8
Dev. Estándar	1242.14	3659.13	4499.82	9445.45	1985.70	2765.68
C.V. (%)	2.26	3.98	4.81	9.86	2.14	2.99

Figura 27

Módulo de elasticidad, madera “Pinus radiata”

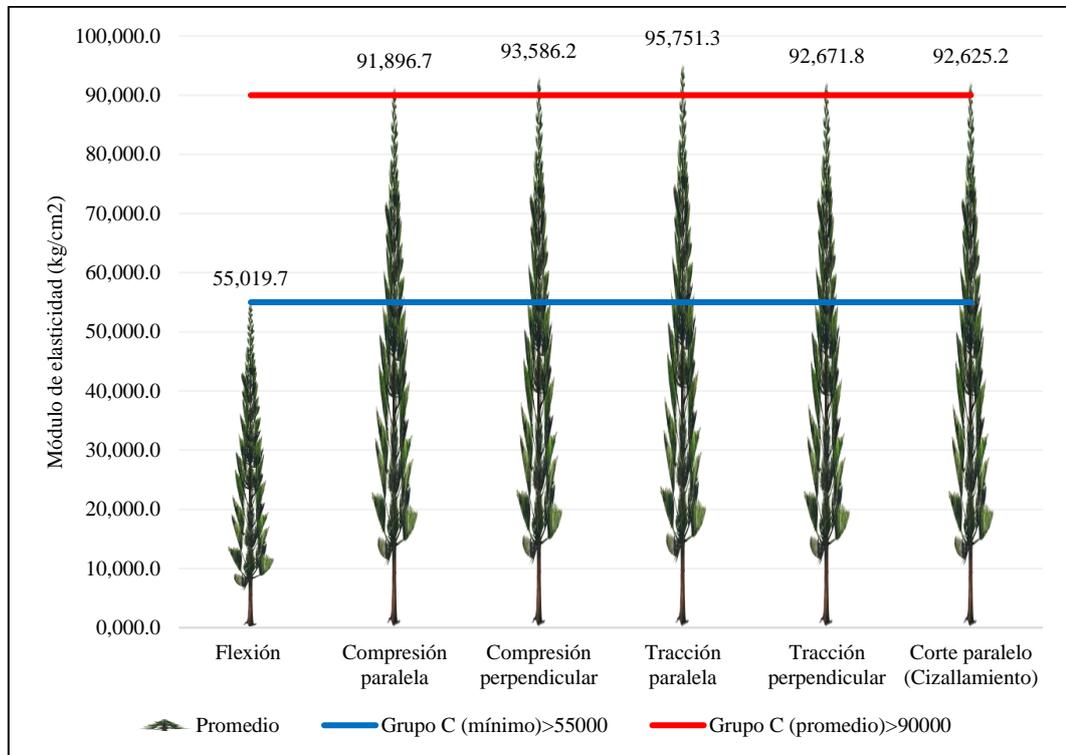


Figura 28

Curva esfuerzo – deformación a flexión de la madera pino

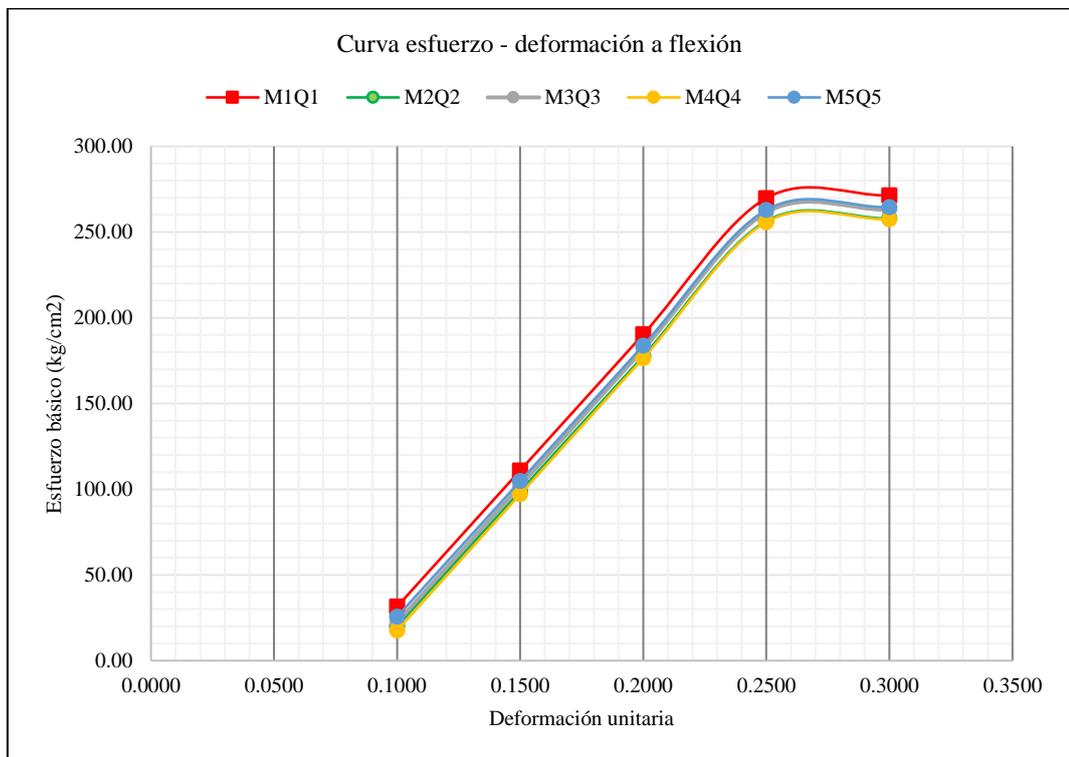


Figura 29

Curva esfuerzo – deformación a compresión paralela de la madera pino

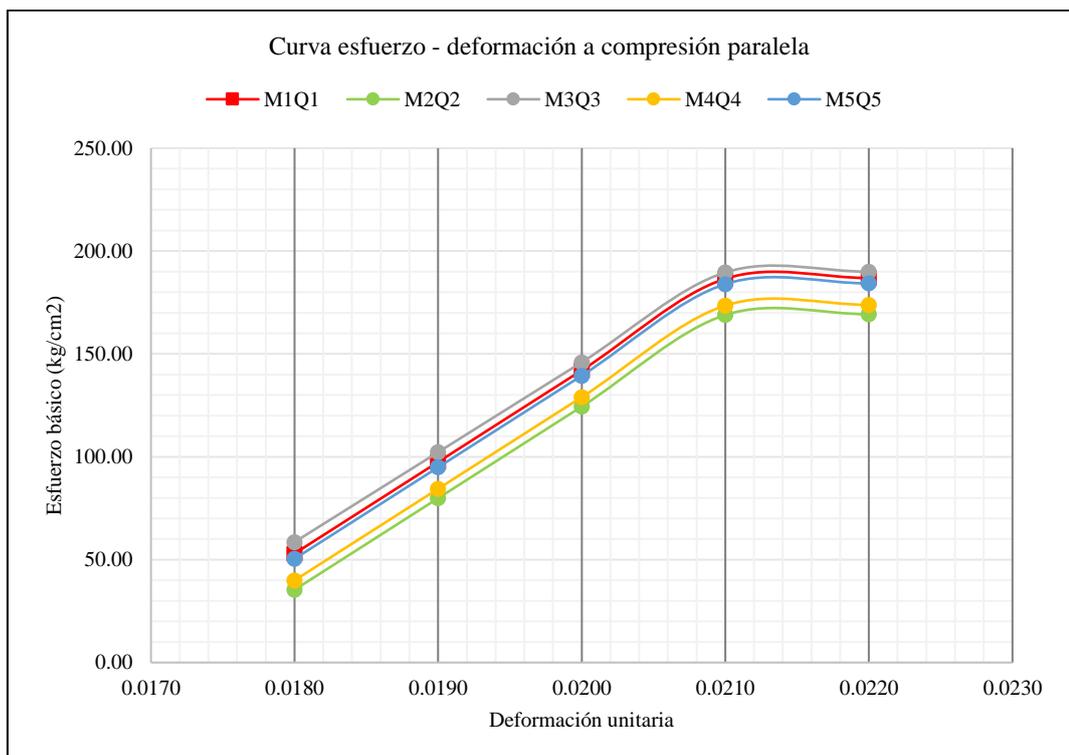


Figura 30

Curva esfuerzo – deformación a compresión perpendicular de la madera pino

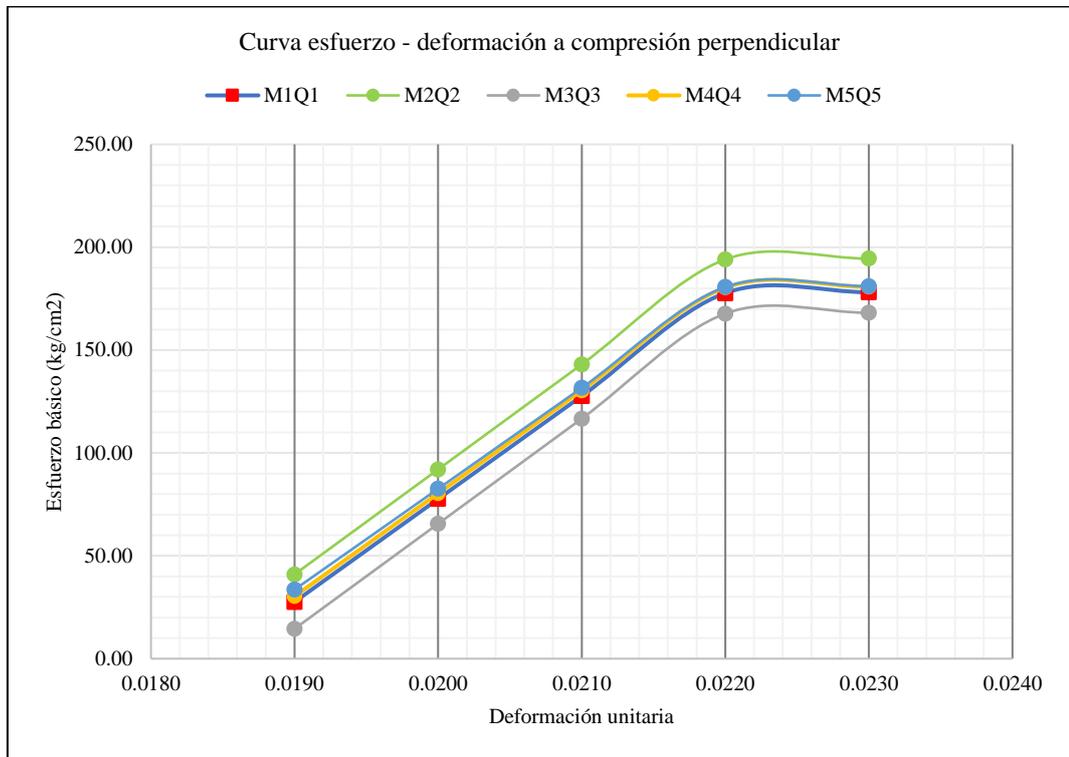


Figura 31

Curva esfuerzo – deformación a tensión paralela de la madera pino

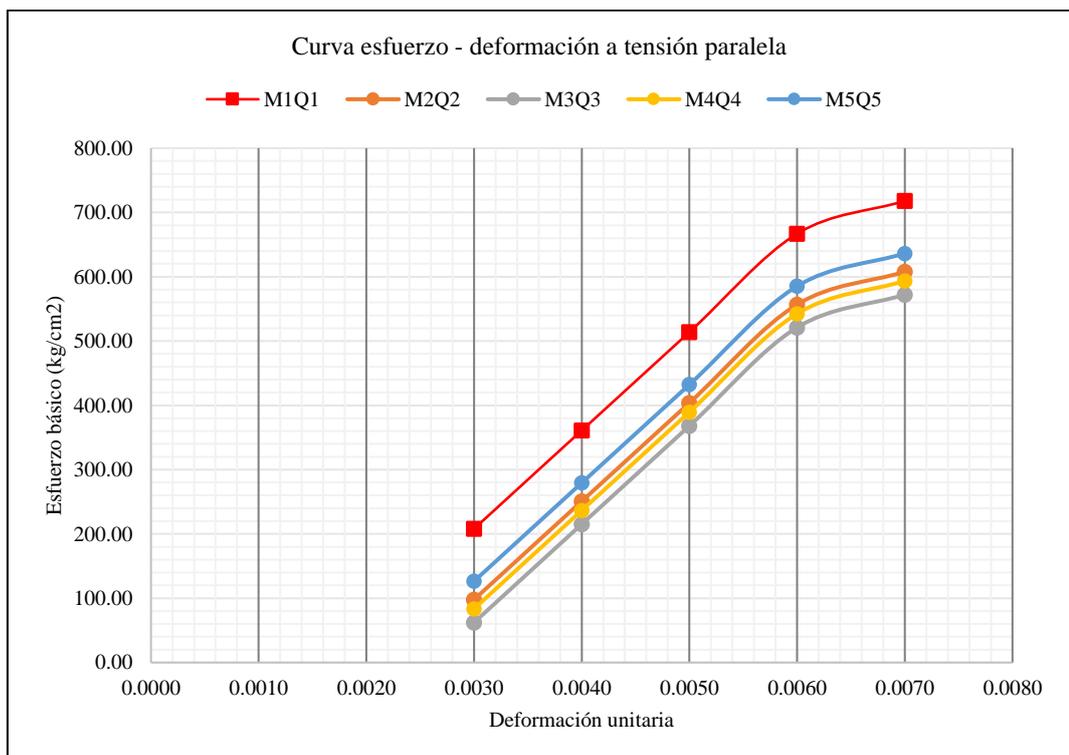


Figura 32

Curva esfuerzo – deformación a tensión perpendicular de la madera pino

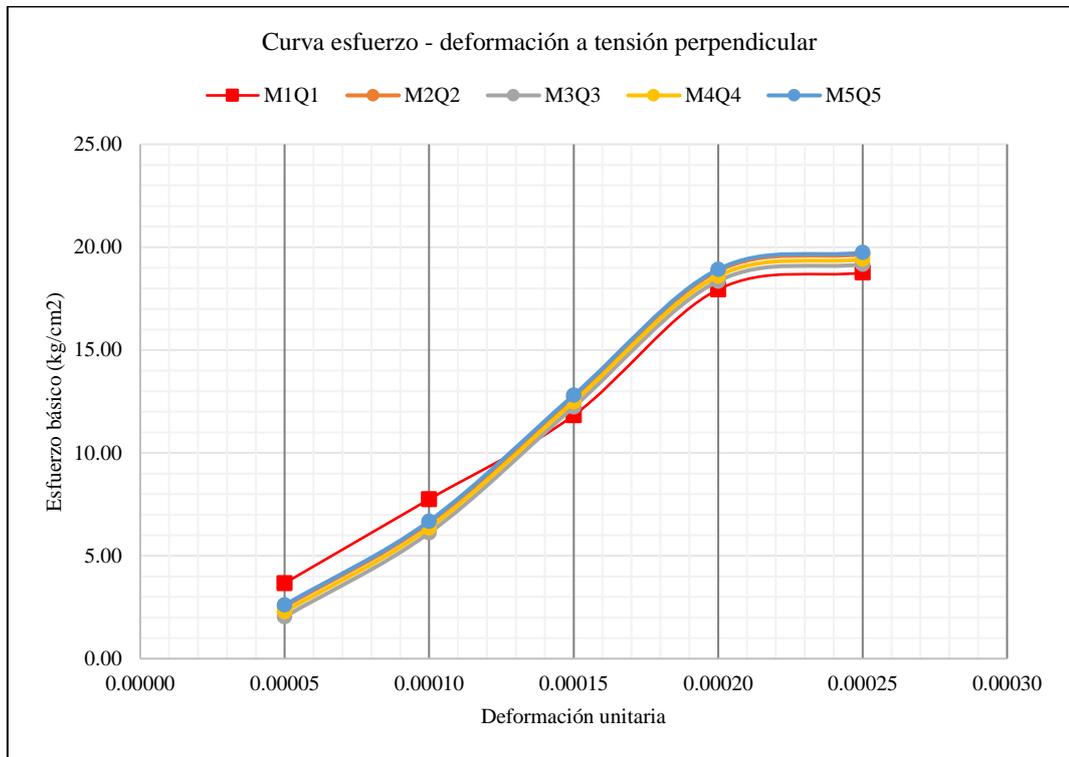
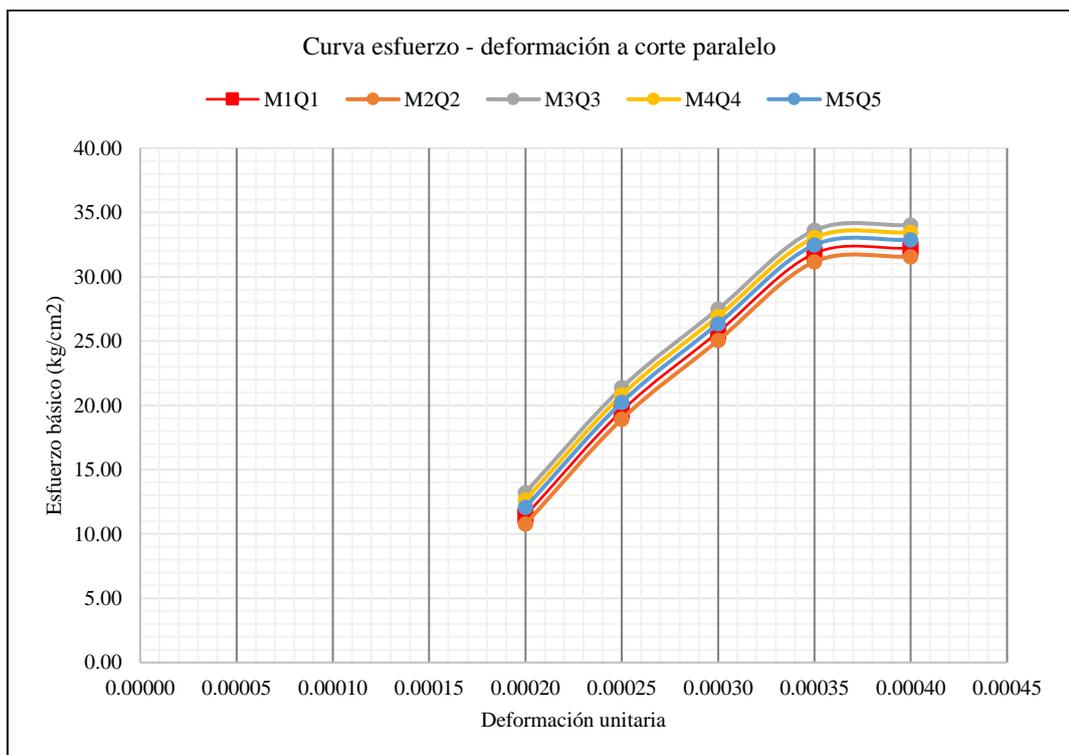


Figura 33

Curva esfuerzo – deformación a corte paralelo de la madera pino



4.1.4. Esfuerzos admisibles

Los esfuerzos admisibles promedio de la madera “*Pinus radiata*” de Santa Clara a compresión paralela es igual a 90.25 kg/cm², valor que, supera el esfuerzo admisible mínimo de 80 kg/cm² para clasificar en el grupo C (MVCS, 2014). El esfuerzo admisible medio a compresión perpendicular de la madera “*Pinus radiata*” es 112.53 kg/cm², superando la firmeza esperada para la clasificación C (15 kg/cm²), B (28 kg/cm²) y A (40 kg/cm²), lo que, demuestra, la gran capacidad mecánica para resistir cargas a compresión de la madera de pino, por lo que, puede utilizarse la misma en la conformación de pilares estructurales. El esfuerzo admisible promedio a tracción paralela es 143.63 kg/cm², valor que, supera el mínimo requerido para el grupo C (75 kg/cm²) y grupo B (105 kg/cm²), pero no es suficiente para clasificarse dentro del grupo A (145 kg/cm²), según la norma E.010 (MVCS, 2014), no obstante, se recalca que, presenta tracción paralela incluso mayor a su grupo preliminar de clasificación (C). El esfuerzo a corte paralelo promedio de la madera de pino es 8.10 kg/cm², por tanto, se clasifica dentro del grupo C (8 kg/cm²) según la norma E.010 (MVCS, 2014). El esfuerzo a flexión promedio de la madera de pino es 81.76 kg/cm², por lo que, no alcanza la firmeza mínima para clasificarse dentro del grupo C (100 kg/cm²) según la norma E.010 (MVCS, 2014), es decir la madera de pino no presenta la resistencia suficiente para ser utilizada de forma estructural en vigas y viguetas de una edificación, no obstante, como ha presentado buenas características a compresión y tracción, puede utilizarse en pilares y en armaduras de madera para techo.

La madera “*Pinus radiata*” del centro poblado Santa Clara, no se puede clasificar dentro del grupo C, debido a que, si bien sus propiedades a compresión paralela, perpendicular, corte paralelo, y tracción paralela cumplen con la norma

E.010 (MVCS, 2014), los esfuerzos admisibles a flexión no alcanzan ningún grupo de clasificación (A, B, o C), a pesar de ello, la madera puede ser utilizada en la construcción previo diseño estructural, tal como se ha hecho en el acápite V.

Tabla 22

Esfuerzos admisibles de la madera “Pinus radiata”

Esfuerzos admisibles (kg/cm²)	Flexión	Compresión paralela	Compresión perpendicular	Tracción paralela	Corte paralelo (Cizallamiento)
N° de muestras	5	5	5	5	5
Promedio	81.76	90.25	112.53	143.63	8.10
Máximo	84.45	94.81	118.86	166.72	8.40
Mínimo	80.09	84.46	104.83	130.27	7.79
Dev. Estándar	1.77	4.43	5.21	14.17	0.24
C.V. (%)	2.16	4.91	4.63	9.86	2.99

Figura 34

Esfuerzo admisible a tensión paralela de la madera pino

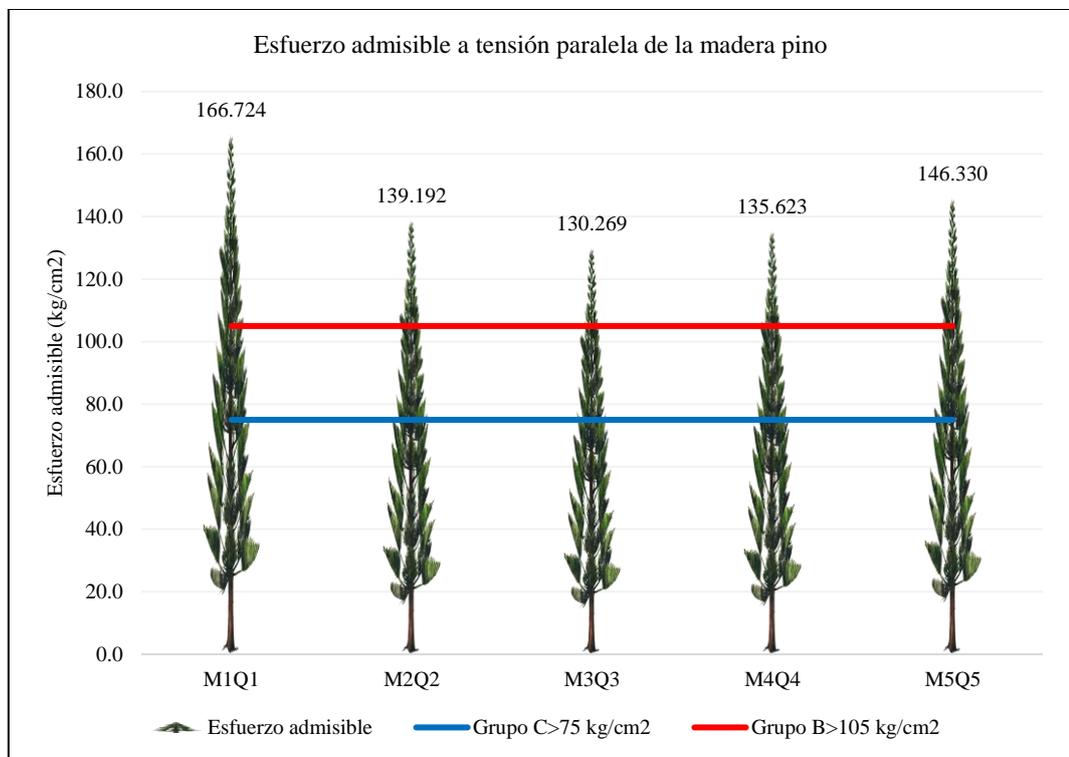


Figura 35

Esfuerzo admisible a cizallamiento de la madera pino

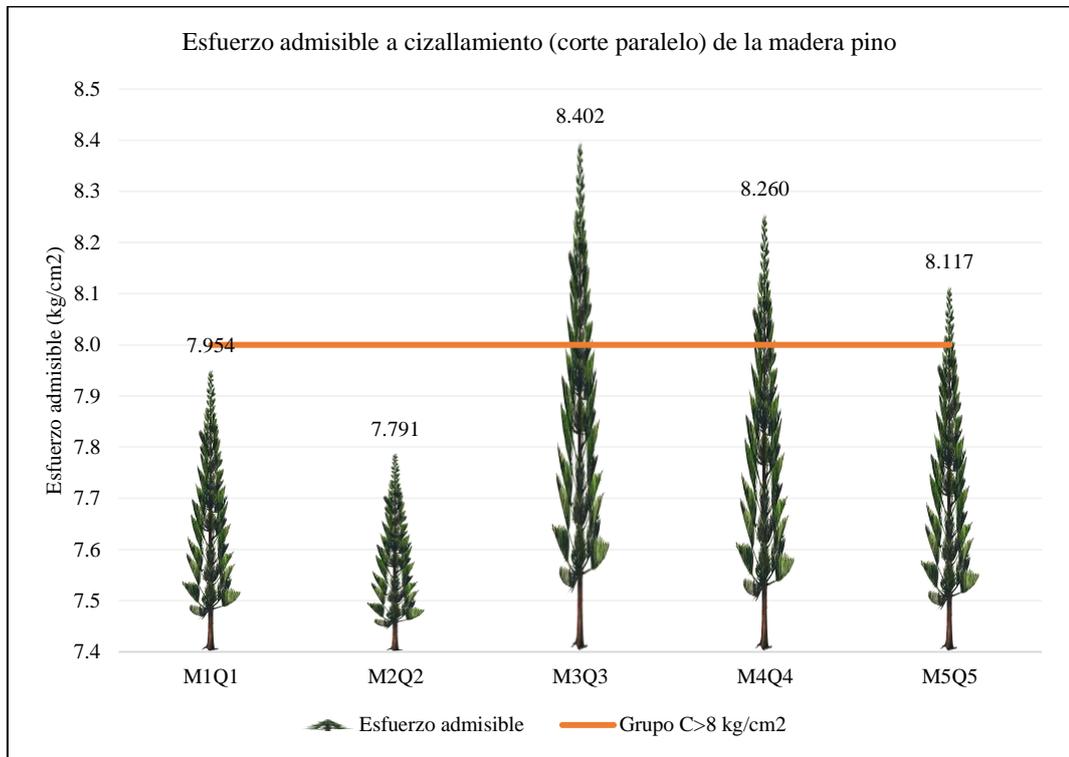


Figura 36

Esfuerzo admisible a compresión paralela de la madera pino

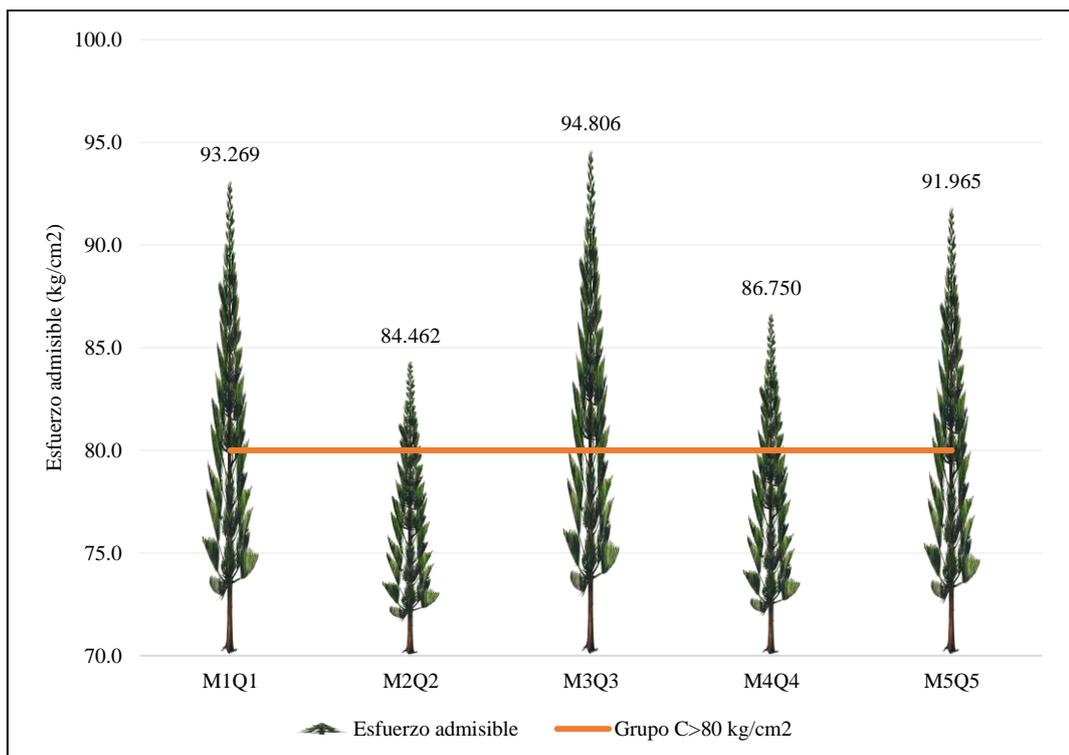


Figura 37

Esfuerzo admisible a compresión perpendicular de la madera pino

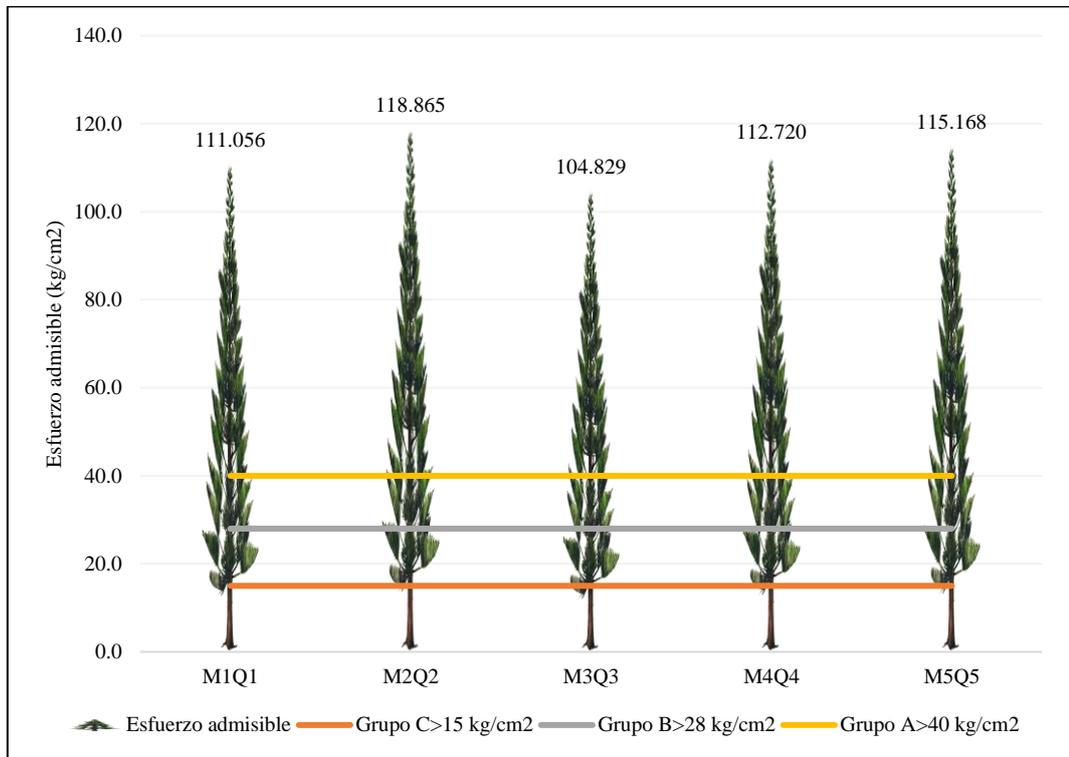
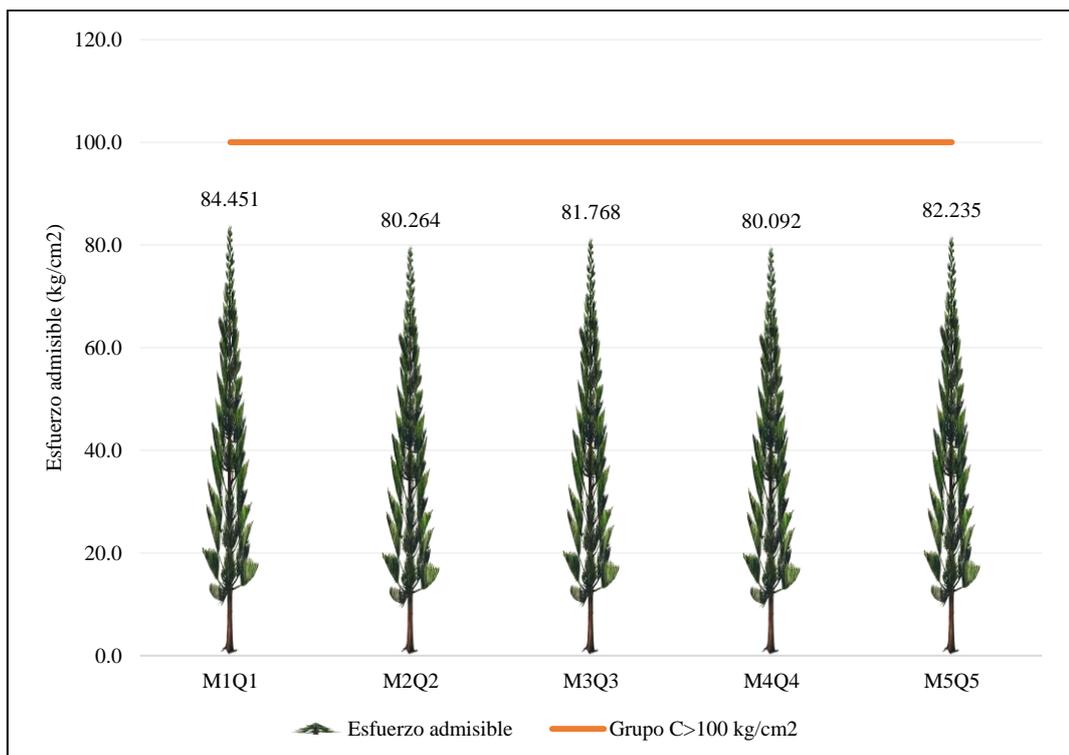


Figura 38

Esfuerzo admisible a flexión de la madera pino



4.2. Discusión de resultados

La madera “*Pinus radiata*” de Santa Clara, Chalamarca, tiene de 16 a 20 anillos tal como la madera de pino estudiada por Li et al. (2021), entre 20 a 30 años de edad de plantación, como las especies analizadas por Córdor y Pardo (2021), así mismo, presenta densidad básica de 0.50 g/cm³, valor igual a la densidad de la madera *Pino Patula* analizada por Chicaiza (2022) y al *pinus radiata* estudiado por Cruz et al. (2018), pero menor a la densidad básica alcanzada por la madera *Pino caribe* (0.64 g/cm³) y *pino radiata* (0.57 g/cm³) estudiada por Sanango (2017), aunque similar a la densidad básica del *pino radiata* de Nueva Zelanda de 0.504 g/cm³ y *pino sylvestris* de Latvia de 0.485 g/cm³ (Iejavs et al., 2021), pino de Cajamarca de 0.52 g/cm³ (Guarniz, 2020), *pino radiata* de China de 0.52 g/cm³ (Xu et al., 2021), no obstante, es mayor a la densidad básica del *pino oregón* (0.424 g/cm³), estudiado por Catalán et al. (2019), del *Pinus Elliottii* (0.403 g/cm³) analizado por Quagliotti et al. (2019), del *pino caribe* (0.45 g/cm³) caracterizado por Céspedes y Gaitán (2020), del *pino radiata* (0.38 g/cm³) estudiado por Parra (2019), del *pino radiata* (0.30 g/cm³) evaluado por Bocanegra y Paredes (2018), del *Pinus radiata* (0.46 g/cm³) y *Pinus patula* (0.45 g/cm³) de la cooperativa de la Granja Porcón en Cajamarca, estudiado por Córdor y Pardo (2021). En base, a los antecedentes se puede inferir que, a mayor densidad básica mayores resistencias.

Las propiedades mecánicas de la madera se han determinado en estado húmedo, con contenidos de humedad superiores a 22%, no obstante, según Saavedra et al. (2021) la madera con humedad mayor a 12% ya se considera en estado húmedo, mientras que, Cruz et al. (2018), Catalán et al. (2019), Xu et al. (2021) y Chicaiza (2022) analizaron las propiedades mecánicas de la madera en

estado seco (humedad < 12%), en cambio, Parra (2019) estudió el pino con humedad de 14.5%, Iejavs et al. (2021) analizó el *pino radiata* de Nueva Zelanda y *pino sylvestris* de Latvia con humedad de 12.7% y 12.8%, respectivamente, así mismo, Morejón (2018) determinó las propiedades de las especies forestales *Chonta Pigue*, y *Kunth* en estado verde, con humedad de 29.68%, 60.16%, y 71.89%; respectivamente. No obstante, la norma E.010 (MVCS, 2014) recomienda que, el análisis de las propiedades mecánicas de la madera se realice en estado verde, tal como, en el presente estudio.

La resistencia de la madera pino del centro poblado Santa Clara a flexión es 261.18 kg/cm², firmeza mucho menor a la alcanzada en el estudio de Chicaiza (2022) para la madera de *pino caribe* (431.76 kg/cm²) y pino patula (734.20 kg/cm²), por Iejavs et al. (2021) para el *pino radiata* de Nueva Zelanda (895 kg/cm²) y *pino sylvestris* de Latvia (860 kg/cm²), por Catalán et al. (2019) para el *pino oregón* (421.14 kg/cm²), por Céspedes y Gaitán (2020) para el *pino caribe* (431.68 kg/cm²), por Bocanegra y Paredes (2018) para el *pino radiata* (403 kg/cm²), por Córdor y Pardo (2021) para las especies *Pinus radiata* y *Pinus patula* con 544.79 y 474.99 kg/cm², por Guarniz (2020) para el *pino* de Cajamarca con 530.35 kg/cm², pero mayor al *pino radiata* Cajamarquino analizado por Edquén (2022) en vigas macizas (221.70 kg/cm²).

La resistencia de la madera pino del centro poblado Santa Clara a compresión paralela es 180.50 kg/cm², similar a la firmeza del *pino patula* (185.76 kg/cm²) analizado por Chicaiza (2022) y al *pinus patulla* (185.76 kg/cm²) estudiado por Córdor y Pardo (2021), pero menor a la firmeza del *pino caribe* (480 kg/cm²), y del *pino oregón* (277 kg/cm²) analizada por Catalán et al. (2019), y del *pino radiata* (372 kg/cm²) estudiado por Bocanegra y Paredes

(2018), aunque mayor, a la resistencia del *pino caribe* (160 kg/cm²) caracterizado por Céspedes y Gaitán (2020).

La resistencia de la madera pino del centro poblado Santa Clara a compresión perpendicular es 180.04 kg/cm², superando la firmeza alcanzada por la madera de *pino caribe* (100.50 kg/cm²) y *pino patula* (49.94 kg/cm²) según Chicaiza (2022), así mismo, presenta mayor firmeza que, el *pino oregón* (98.91 kg/cm²) estudiado por Catalán et al. (2019), y el *pino caribe* (77.14 kg/cm²) estudiado por Céspedes y Gaitán (2020), también que, el *Pinus radiata* y *Pinus patula*, de Porcón en Cajamarca, con 56.33 y 49.94 kg/cm², estudiado por Córdor y Pardo (2021); pero menor firmeza que, la madera *pino radiata* (302.25 kg/cm²) analizada por Sanango (2017), aunque similar firmeza a la madera *pino radiata* de Cajamarca (196 kg/cm²) analizada por Edquén (2022), quién lo utilizó en columnetas laminadas y macizas para edificaciones.

La resistencia de la madera pino del centro poblado Santa Clara a tracción paralela es 574.51 kg/cm², superior a la firmeza alcanzada por el *pino oregón* con 240 kg/cm² (Catalán et al., 2019); así mismo, la resistencia de la madera pino del centro poblado Santa Clara a tracción perpendicular es 18.53 kg/cm², superior a la tensión alcanzada por la madera *pino radiata* (7.73 kg/cm²) estudiada por Sanango (2017), pero es menor a la tensión de la madera *Pinus radiata* (49.75 kg/cm²) y *Pinus patula* (37.03 kg/cm²) de Porcón en Cajamarca.

La resistencia de la madera pino del centro poblado Santa Clara a corte paralelo o cizallamiento es 32.42 kg/cm² siendo menor a la firmeza del *pino patula* (Chicaiza, 2022), *pino oregón* con 51 kg/cm² (Catalán et al., 2019), *pino caribe* con 81.39 kg/cm² (Céspedes y Gaitán, 2020), *pino radiata* con 89.30 kg/cm² (Parra, 2019), *Pinus radiata* (100.03 kg/cm²) y *Pinus patula* (105.81

kg/cm²) de Porcón Cajamarca (Cóndor y Pardo, 2021), pero mayor a la resistencia a cizalle de la madera *pinus radiata* (13 kg/cm²) estudiada por Sanango (2017).

La resistencia mecánica de la madera “*Pinus radiata*” es mayor en madera seca, que, en madera húmeda, no obstante, en el actual estudio se ha ensayado la madera en estado verde, según las sugerencias de la norma E.010.

El módulo de elasticidad de la madera “*Pinus radiata*” de Santa Clara, Chalamarca, a compresión paralela, perpendicular, tracción y corte paralelo es mayor a 90,000 kg/cm², pero menor que, el *pinus radiata* de los Ángeles Chile (173,000 kg/cm²) estudiado por Cruz et al. (2018), el *pinus oregón* con MOE 102,292 kg/cm² (Catalán et al., 2019), el *pinus caribe* de Colombia con MOE 106,438.91 kg/cm² (Céspedes y Gaitán, 2020) y el *pinus radiata* de Nueva Zelanda con MOE de 116,247.60 kg/cm², por tanto, la madera local presenta menor flexibilidad que, maderas extranjeras, más aún a flexión donde el módulo de elasticidad no supera el MOE promedio, pero si el MOE mínimo de 55,000 kg/cm² dado en la norma E.010 (MVCS, 2014), tal como, la madera *pinus radiata* de Cajamarca estudiada por Cotrina-Villanueva et al. (2014) cuyo MOE a compresión axial es 51,587 kg/cm², sin embargo, la madera *pinus Oocarpa* estudiada por Guerra (2019) presenta módulo de elasticidad a flexión promedio de 87,435.91 kg/cm², y aun así concluye que, puede ser utilizado en vigas de sección I, debido a que, su esfuerzo admisible cumple con los requerimientos técnicos de la norma E.010 (MVCS, 2014).

El esfuerzo admisible a flexión de la madera “*Pino radiata*” del centro poblado Santa Clara (81.76 kg/cm²) es menor a lo requerido según la norma E.010 (MVCS, 2014) para la clasificación C, tal como, en el análisis de Xu et al. (2021), por ello, mejoraron las propiedades mediante emulsión de organomontmorillonit,

No obstante, Guerra (2019), analizó la madera de *pino Oocarpa* cuyo esfuerzo a flexión era 111.44 kg/cm², por lo que, argumentó que, podía ser utilizada estructuralmente en vigas de sección I, de hasta 6.00 m de longitud, mientras que, se ha planteado su uso como parte de armaduras de madera para distancias menores a 5 m, considerando que, presenta mayor firmeza a compresión, tracción y corte, que a flexión. Así mismo, Churra y Muchica (2020) determinaron que, la madera *pinus radiata* de Puno presentaba esfuerzo a flexión de 86.09 kg/cm², valor similar al del presente estudio, sin embargo, al ensayarlo en tijerales, demostraron que, cumplía la resistencia esperada, por lo que, concluyeron que, aun cuando no clasifique dentro de un grupo estructural de acuerdo a la norma E.010 (MVCS, 2014), puede ser utilizado como material para tijerales, viguetas o armaduras de madera previo diseño, modelamiento y/o comprobación en un medio real, tal como, lo realizaron Churra y Muchica (2020).

El esfuerzo admisible de la madera “*Pino radiata*” del centro poblado Santa Clara a compresión paralela es 90.25 kg/cm², a compresión perpendicular es 112.53 kg/cm², y corte paralelo es 8.10 kg/cm², por lo que, cumple con la norma E.010 (MVCS, 2014), es decir puede ser usado en elementos a compresión como pilares, o a tracción como parte de la armadura de tijerales.

El esfuerzo admisible a tracción paralela de la madera “*Pino radiata*” del centro poblado Santa Clara es 143.63 kg/cm², cumple con la norma E.010 (MVCS, 2014) para la clasificación C, así mismo, la firmeza es similar a la de la madera *Oocarpa* de Chiquimula, que, alcanza 135.40 kg/cm² (Guerra, 2019), pero superior a la madera *pino oregón* y *pino radiata* analizada por Catalán et al. (2020) que obtuvo, resistencias de 82.29 kg/cm² y 91.26 kg/cm², no obstante,

cumplen con la norma Chilena NCH 802:2017, por lo que, utilizaron dicha madera como cerramiento de muros en edificaciones modeladas.

La madera “*Pinus radiata*” del centro poblado Santa Clara, no se puede clasificar dentro del grupo C, debido a que, si bien sus propiedades a compresión paralela, perpendicular, corte paralelo, y tracción paralela cumplen con la norma E.010 (MVCS, 2014), los esfuerzos admisibles a flexión no alcanzan ningún grupo de clasificación (A, B, o C), a pesar de ello, la madera puede ser utilizada en la construcción previo diseño estructural, tal como se ha hecho en el acápite V.

Saavedra et al. (2021) también determinaron que, la madera *pinus radiata* de la comuna de Yumbel de Chile, presentaba buenas características mecánicas, pero no alcanzaba a cumplir con el marco normativo, tal como, la madera de *pino* estudiada por Bocanegra y Paredes (2018), que al no cumplir completamente los parámetros normativos, estos concluyeron que, no se recomienda su uso estructural, sino en carpintería, revestimientos y pisos, en cambio, Céspedes y Gaitán (2020) clasificaron a la madera *pino caribe* de Colombia en el grupo C determinando que, sus usos probables eran vigas, escaleras, techos, pilones y carpintería, así mismo, Guarniz (2020) determinó que, la madera *pino* de Cajamarca se clasificaba dentro del grupo C, mientras que, Cotrina-Villanueva et al. (204) determinó que, la madera *pino radiata* de Cajamarca se clasificaba del grupo B según la norma E.010 (MVCS, 2014), no obstante, Chura y Muchica (2020) determinaron que, el *pinus radita* de Puno, no se clasificaba en el grupo C de acuerdo a la norma E.010 (MVCS, 2014), por tener características menores, pero que, al ensayar el tijeral resiste una carga de 837.55 kg, y la resistencia esperada era 826.82 kg cumpliendo, por lo que, propusieron su uso como tijerales en la construcción de techos de viviendas, previo diseño y modelamiento

estructural; siendo así, en el estudio se ha propuesto su uso en techos con armadura de madera, viguetas, pilotes, muros y pisos, pero no en vigas estructurales debido a que, su esfuerzo admisible a flexión, aunque es alto, no alcanza a clasificar en el grupo C de acuerdo a la norma E.010 (MVCS, 2014).

Tabla 23

Características físico mecánicas de la madera “Pinus radiata”

Características físico mecánicas	Resistencia (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)	Esfuerzo admisible (kg/cm ²)	Valores mínimos Norma E.010 (Grupo C)
Flexión	261.18	55019.65696	81.76	100
Compresión paralela	180.50	91896.69069	90.25	80
Corte paralelo	32.42	92625.17449	8.10	8
Compresión perpendicular	180.04	93586.15785	112.53	15
Tracción paralela	574.51	95751.3324	143.63	75
Tracción perpendicular	18.53	92671.79008		90000
Densidad básica	0.50			0.4

La madera habilitada “Pinus Radiata” de Santa Clara, Chalamarca, Chota se clasifica en el grupo estructural C, según la norma E.010 para densidad básica, módulos de elasticidad, esfuerzos admisibles a compresión paralela, compresión perpendicular, corte paralelo, tracción paralela y tracción perpendicular, pero no cumple con los esfuerzos admisibles a flexión estática, sin embargo, se ha planteado el diseño de una vivienda de madera de un piso, con paredes de madera, pilotes de madera como columnas, y armadura de madera como tijerales y viguetas, verificando como, se puede distinguir en la formulación de la propuesta, que cumple con la norma E.030 (MVCS, 2018), no obstante, no se puede recomendar su uso para viviendas de mayores luces, o como vigas debido a que, no cumple con la clasificación normativa.

4.3. Contrastación de hipótesis

Se ha usado Minitab 19, para el análisis inferencial, determinando por la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, que la densidad básica son datos normales, por lo que, se ha utilizado pruebas paramétricas, tal como, t-student, para determinar si se acepta o se rechaza la hipótesis nula (H_0) e hipótesis alternativa (H_1). Se rechaza H_0 y se acepta H_1 , si el valor p es menor a 0.05, para un nivel de confianza del 95%. Las hipótesis fueron:

- H_0 : La madera habilitada “Pinus Radiata” de Santa Clara, Chalamarca, Chota no se clasifica en el grupo estructural C, según la norma E.010.
- H_1 : La madera habilitada “Pinus Radiata” de Santa Clara, Chalamarca, Chota se clasifica en el grupo estructural C, según la norma E.010.

Se ha usado los datos de la Tabla 24, alcanzando los resultados de la Tabla 25, donde se ha determinado que, el valor p para densidad básica, módulo de elasticidad y esfuerzos admisibles es menor a 0.05, por tanto, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , concluyendo que, la madera habilitada “Pinus Radiata” del centro poblado Santa Clara, distrito de Chalamarca, Chota se cataloga en el grupo estructural C (norma E.010), a excepción del esfuerzo admisible a flexión donde su valor p es mayor a 0.05, por tanto, se acepta H_0 , y se ultima que, la madera habilitada “Pinus Radiata” del centro poblado Santa Clara, no se puede clasificar en el grupo C para la resistencia a flexión, no obstante, presenta buenas características mecánicas debido a que, los demás parámetros si cumplen con la norma E.010 (MVCS, 2014).

Tabla 24*Datos de la madera para el análisis estadístico*

Muestra	Densidad	Módulo de elasticidad MOE (kg/cm ²)						Esfuerzos admisibles (kg/cm ²)				
	básica (g/cm ³)	Flexión	Compresión paralela	Compresión perpendicular	Tracción paralela	Tracción perpendicular	Corte paralelo	Flexión	Compresión paralela	Compresión perpendicular	Tracción paralela	Corte paralelo
M1Q1	0.5	56,855.6	96,087.8	92,718.5	111,149.0	89,735.0	90,900.4	84.45	93.27	111.06	166.72	7.95
M2Q2	0.51	53,819.9	87,014.1	101,263.0	92,794.2	94,221.8	89,035.8	80.26	84.46	118.86	139.19	7.79
M3Q3	0.52	55,094.4	94,053.3	89,343.3	86,845.8	91,774.4	96,028.1	81.77	94.81	104.83	130.27	8.40
M4Q4	0.47	53,921.5	89,371.4	92,225.5	90,414.8	92,998.1	94,396.6	80.09	86.75	112.72	135.62	8.26
M5Q5	0.48	55,406.8	92,956.8	92,380.5	97,552.8	94,629.6	92,765.0	82.23	91.97	115.17	146.33	8.12

Tabla 25*Análisis estadístico*

Parámetro	Prueba de hipótesis (kg/cm²)	Valor T	Valor p
Densidad básica	H ₀ : $\mu < 0.4 \text{ g/cm}^3$ H ₁ : $\mu > 0.4 \text{ g/cm}^3$	10.35	0.000
MOE Flexión	H ₀ : $\mu < 55000$ H ₁ : $\mu > 55000$	0.04	0.0487
MOE compresión paralela	H ₀ : $\mu < 90000$ H ₁ : $\mu > 90000$	1.16	0.0155
MOE compresión perpendicular	H ₀ : $\mu < 90000$ H ₁ : $\mu > 90000$	1.78	0.0075
MOE tracción paralela	H ₀ : $\mu < 90000$ H ₁ : $\mu > 90000$	1.36	0.0122
MOE tracción perpendicular	H ₀ : $\mu < 90000$ H ₁ : $\mu > 90000$	3.01	0.020
MOE corte paralelo	H ₀ : $\mu < 90000$ H ₁ : $\mu > 90000$	2.12	0.0051
Esfuerzo a Flexión	H ₀ : $\mu < 100$ H ₁ : $\mu > 100$	-23.08	1.000
Esfuerzo a compresión paralela	H ₀ : $\mu < 80$ H ₁ : $\mu > 80$	5.17	0.003
Esfuerzo a compresión perpendicular	H ₀ : $\mu < 15$ H ₁ : $\mu > 15$	41.85	0.000
Esfuerzo a tracción paralela	H ₀ : $\mu < 75$ H ₁ : $\mu > 75$	10.83	0.000
Esfuerzo a corte paralelo	H ₀ : $\mu < 8$ H ₁ : $\mu > 8$	0.97	0.0494

Figura 39

Prueba de normalidad para densidad básica

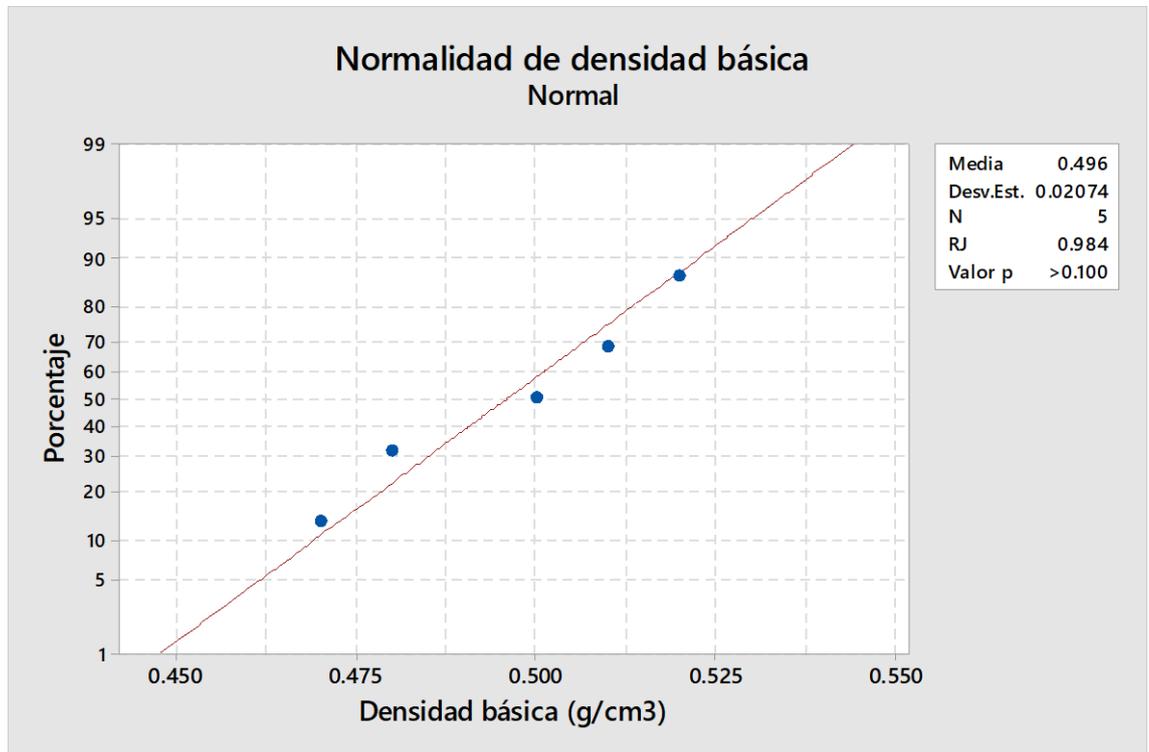


Figura 40

Prueba de normalidad para MOE

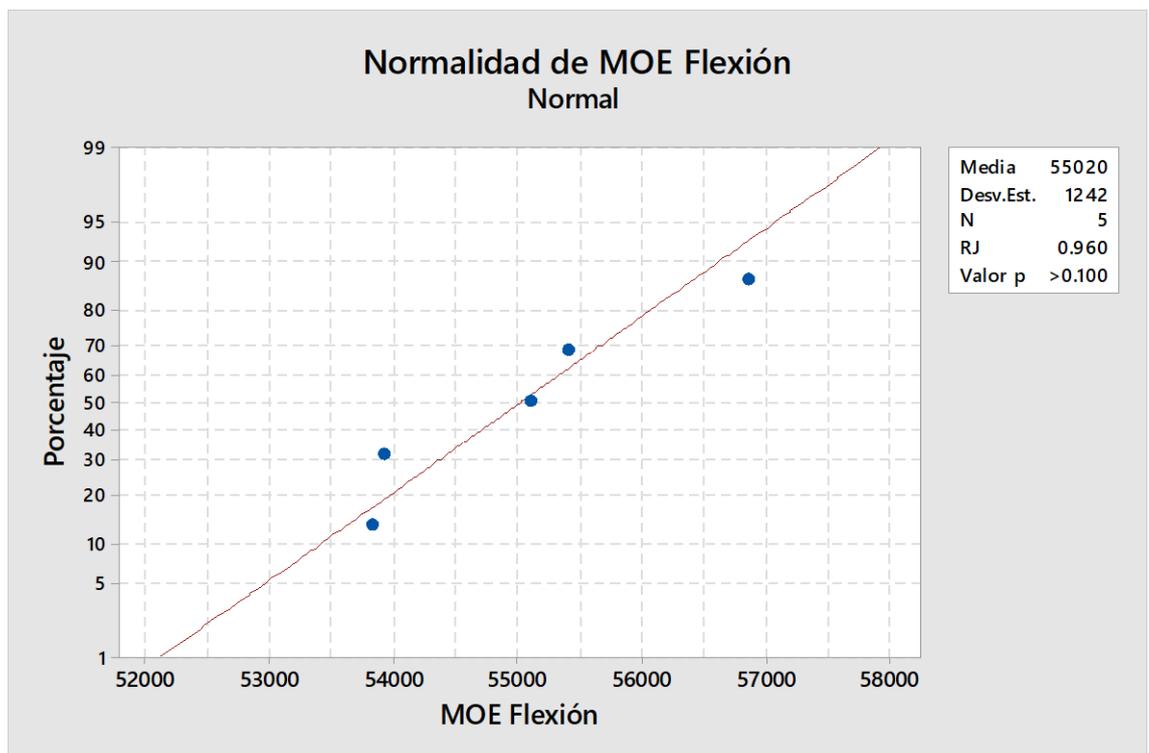


Figura 41

Prueba de normalidad para esfuerzos admisibles

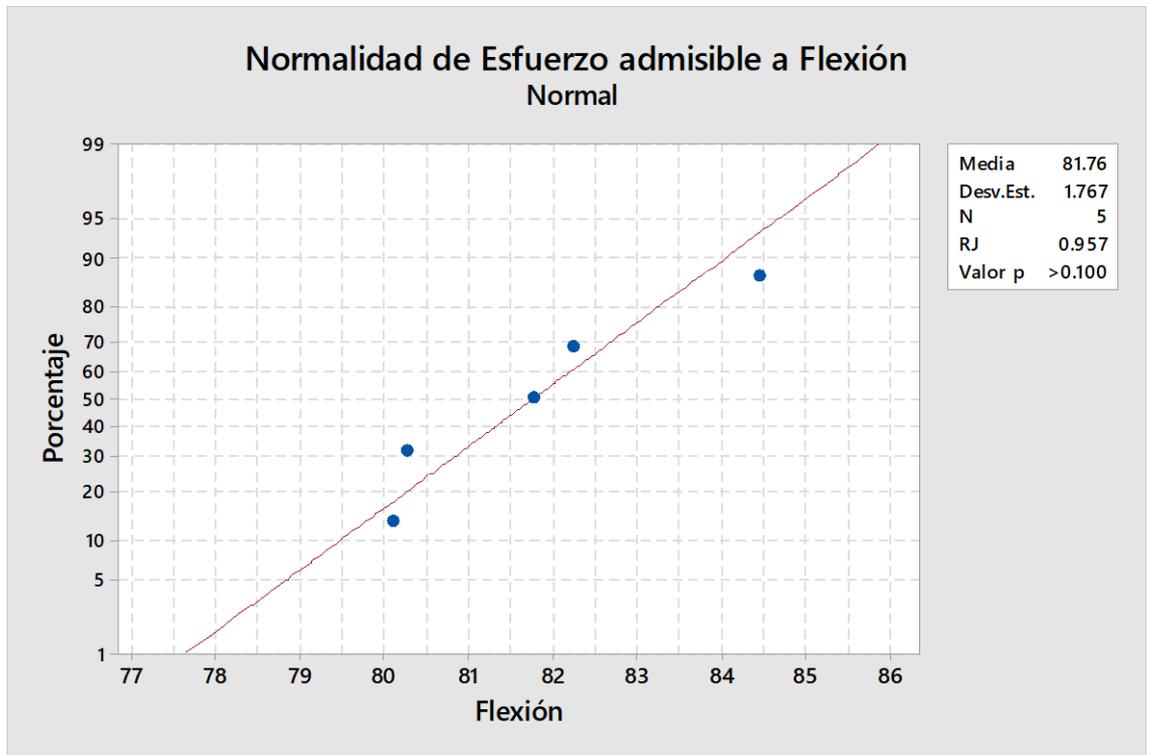


Figura 42

Correlación entre densidad básica y módulo de elasticidad

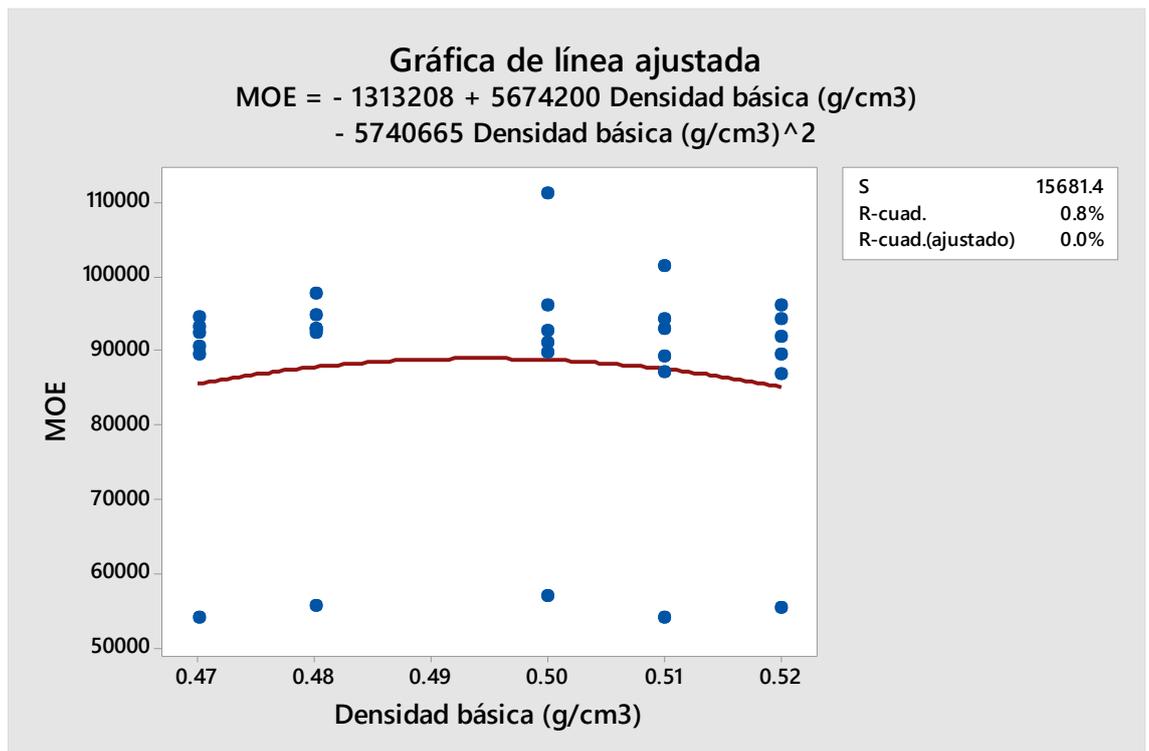
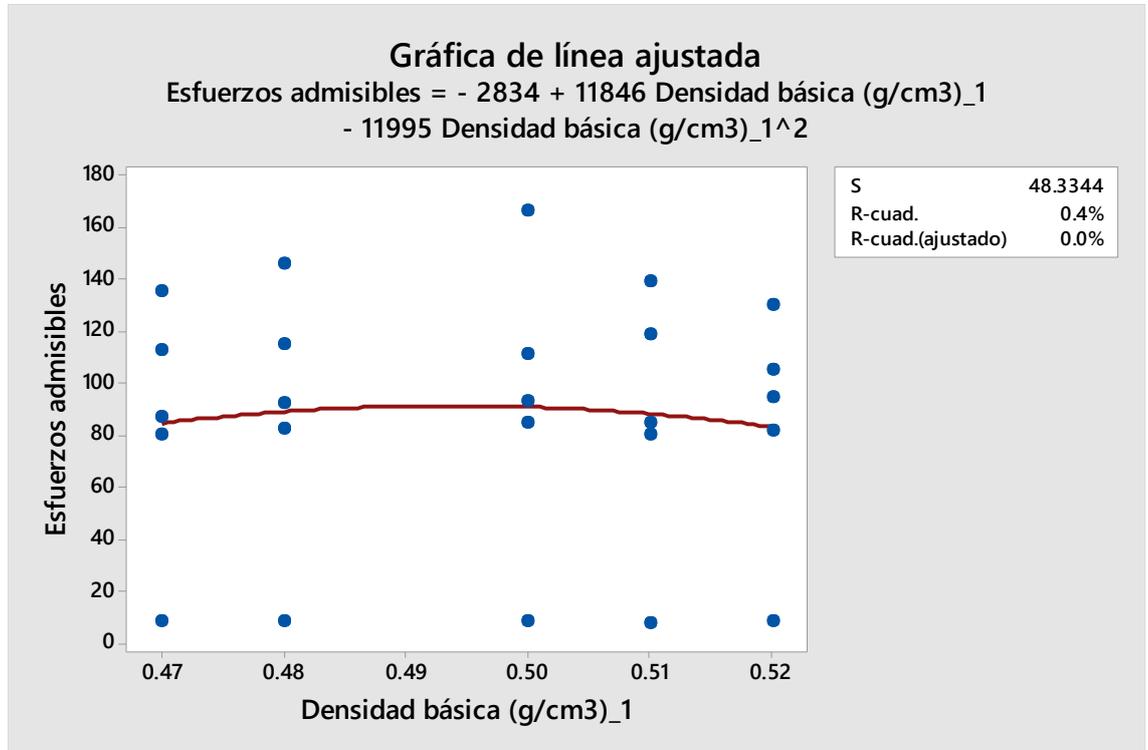


Figura 43

Correlación entre densidad básica y esfuerzos admisibles



CAPÍTULO V.

PROPUESTA

5.1. Formulación de la propuesta

5.1.1. Modelo arquitectónico

Se ha realizado el diseño de una vivienda de madera “*Pinus radiata*” de Santa Clara, Chalamarca, de un piso, con dimensiones de 6.50 m x 6.00 m, 2.50 m de altura.

Figura 44

Vista en Planta de la Edificación

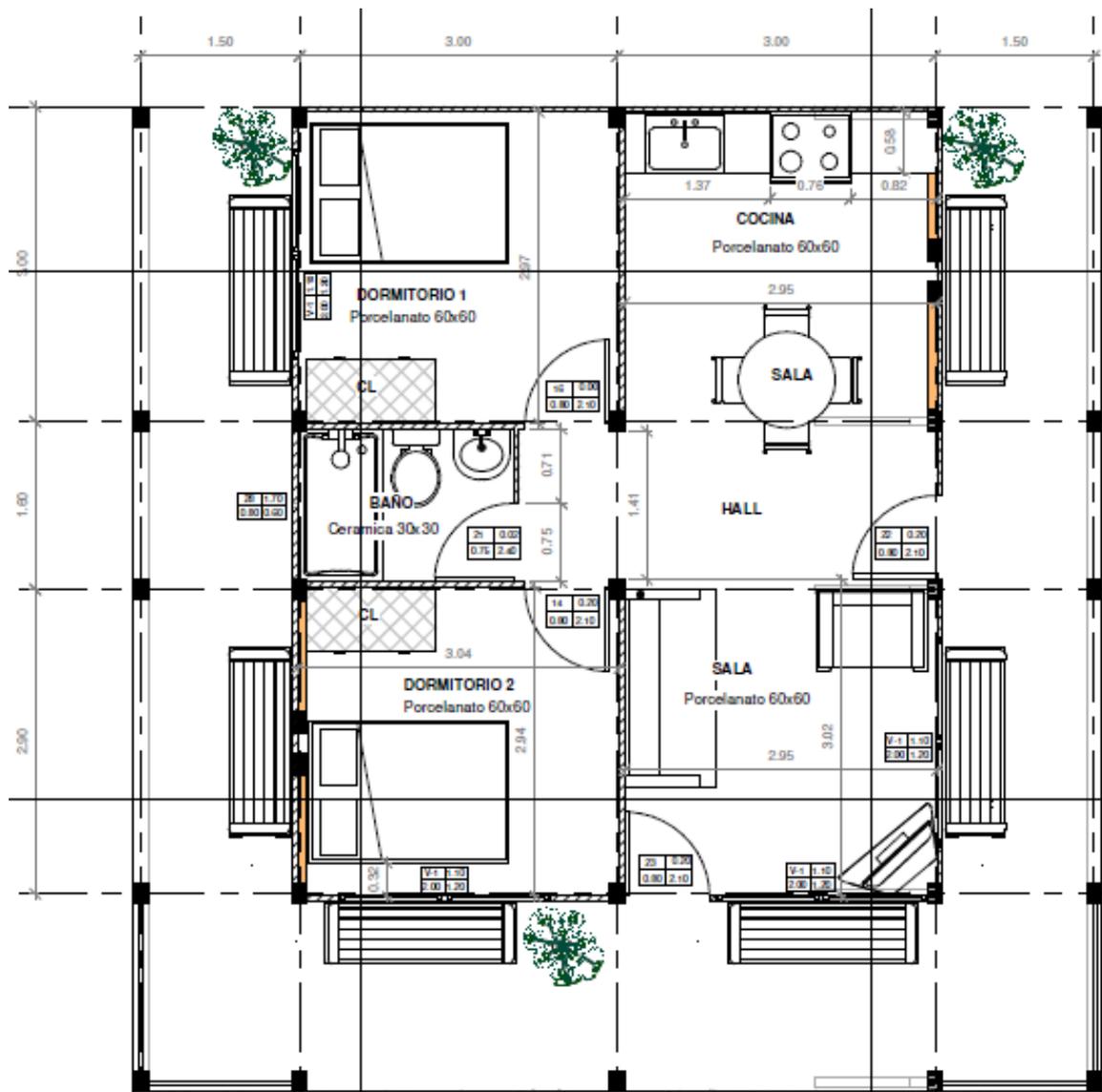


Figura 45

Vista en Elevación de la Edificación

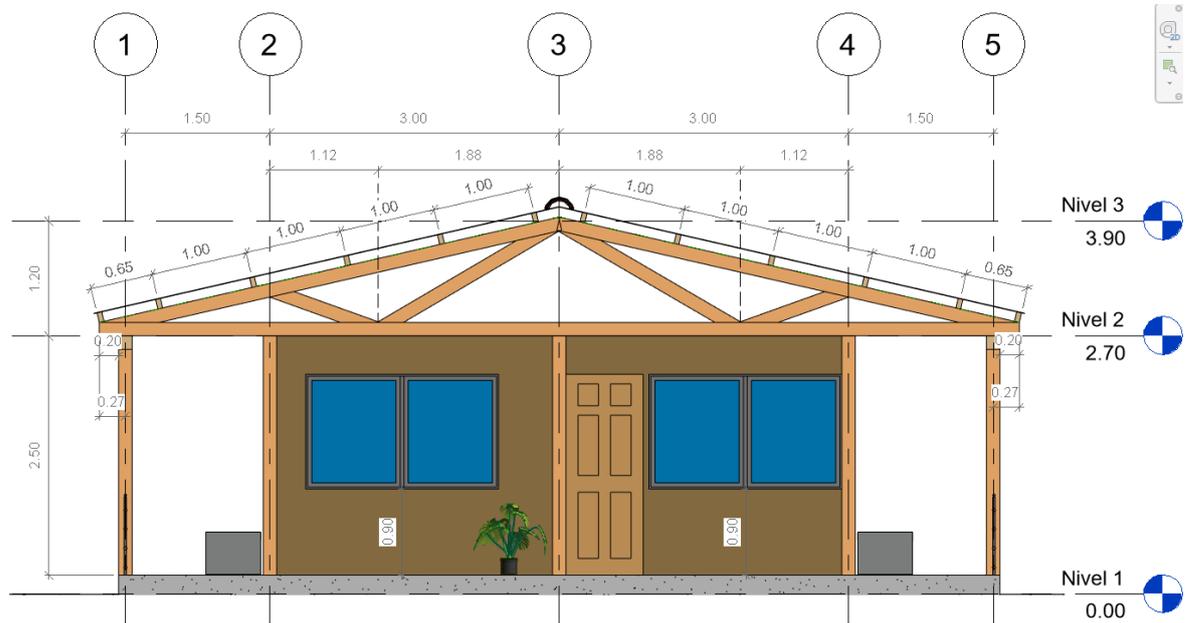


Figura 46

Vista 3D de la Edificación



5.1.2. Diseño de elementos estructurales de madera

Se ha realizado el diseño y modelamiento de una vivienda de madera, de un piso, con dimensiones de 6.50 m x 6.00 m, con pilares, viguetas, armadura, pisos y muros de madera “*Pinus radiata*” del Santa Clara, Chalamarca, para ello, se han utilizado los esfuerzos admisibles obtenidos a partir de los ensayos mecánicos en la madera, mismos que, se pueden observar en la Tabla 24, verificando que, la resistencia a flexión era menor a la solicitada por la norma E.010 (MVCS, 2014), por lo que, para el diseño se consideró la conformación de armadura de madera para la resistencia del techo, así mismo, se aumentó la sección de las vigas, tal como, se detalla en el anexo.

Tabla 26

Esfuerzos Admisibles de la Madera “Pinus radiata” para Diseño Estructural

Grupo	Esfuerzos Admisibles (kg/cm ²)				
	Flexión (fm)	Tracción paralela (ft)	Compresión paralela (fc//)	Compresión Perpendicular (fc L)	Corte paralelo (fv)
C	81.76	143.63	90.25	112.53	8.1

Figura 47

Vista de la Estructura de Madera



5.1.2.1. Correas

Las correas se diseñan a flexión, se ha determinado el momento flector por combinación de servicio, para correas de sección transversal 3" x 6", siendo igual a 41.54 kg/cm², por tanto, la estructura requiere ese esfuerzo admisible mínimo, pero la madera "*Pinus radiata*" presenta 81.76 kg/cm² de resistencia a flexión, por tanto cumple, aun cuando el esfuerzo a flexión no alcanza la clasificación C de la norma E.010 (MVCS, 2014), es suficiente para cubrir las solicitaciones estructurales de la edificación en diseño; así mismo el esfuerzo cortante por combinación de servicio es 1.91 kg/cm², pero la madera presenta un esfuerzo de 8.10 kg/cm², cumpliendo este lineamiento. Lo mismo para la resistencia al aplastamiento donde, la solicitación es de 1.02 kg/cm², pero la madera sobrepasa enormemente el esfuerzo admisible solicitado con 112.53 kg/cm². [para mayor detalle ver el Anexo]

5.1.2.2. Armadura

a) Tipo de cobertura

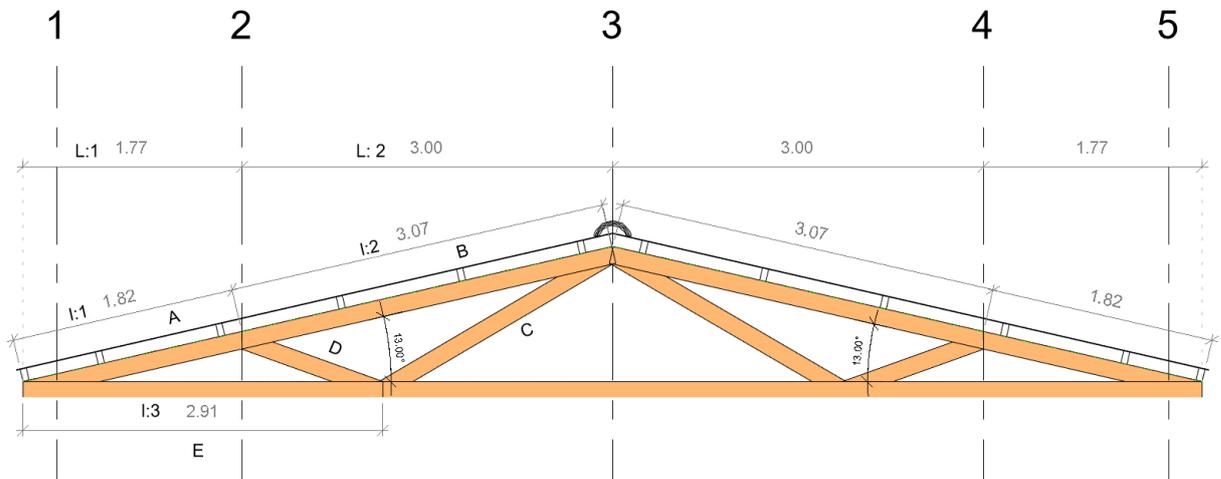
La cobertura de techo solo resistirá cargas mínimas de techos (norma E.020), ya que, en el área no hay nieve ni mucho viento (registros del PDU para la provincia de Chota, MPCH, 2018), por lo que es asaz utilizar cobertura de teja andina de 0.5 mm y con anchos de 1.14 m x 0.72 m. [para mayor detalle ver el Anexo]

b) Tipo de armadura

El arreglo tiene una luz entre sus apoyos de 3.0 m, sus elementos diagonales funcionan a tracción, compresión y las montantes en compresión, lo que admite una buena repartición de los esfuerzos internos. La pendiente de la armadura determinada fue 23.1°, que corresponde a zonas con lluvias moderadas.

Figura 48

Dimensiones de la Armadura



c) Diseño de la armadura

Las armaduras deben resistir esfuerzos a corte, flexión y compresión paralela, tal verificación se ha realizado en el programa SAP 2000 vs. 20.2, determinando los momentos a fuerzas axiales y flectores, los cuales cumplen con los esfuerzos admisibles que posee la madera. Se ha diseñado las barras que, se mencionan a continuación:

- | | |
|---------------------------|---------------|
| Barras superiores: A y B. | 4"x 6" |
| Barras inferiores: E. | 6"x 6" |
| Barras interiores: C | 4"x 6" |
| Barras interiores: D. | 4"x 6" |

[para mayor detalle ver el Anexo]

Figura 49

Momentos a Esfuerzo Axial

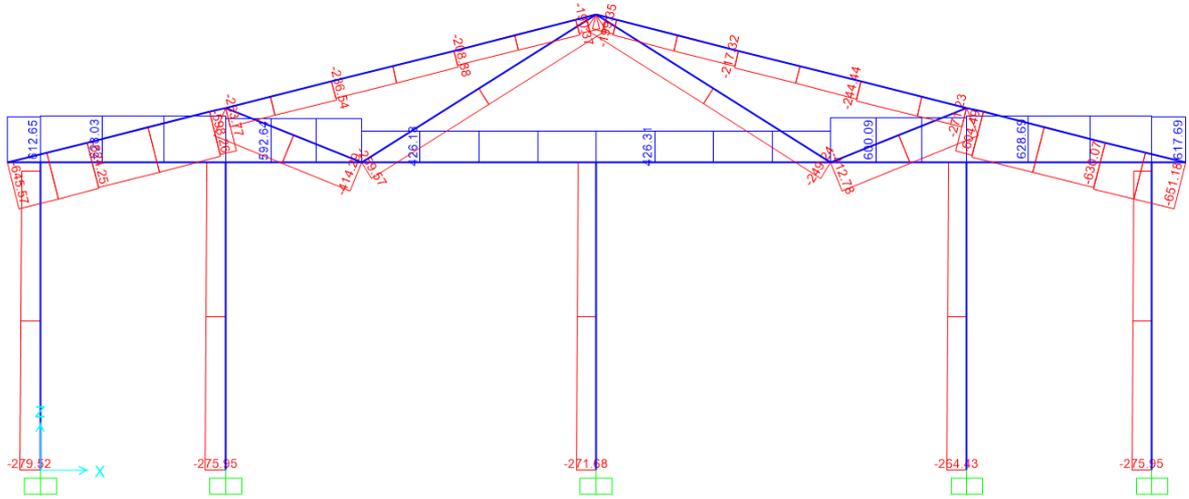
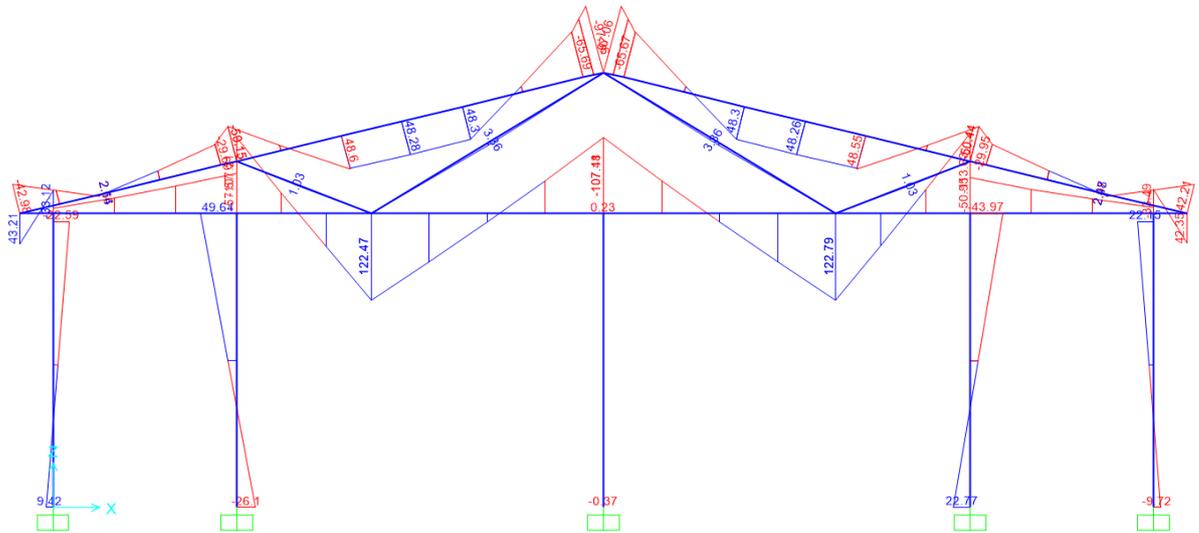


Figura 50

Momentos a Esfuerzos Flectores



5.1.2.3. Columnas

Las columnas de madera resisten esfuerzos a flexión y compresión paralela. En el caso del estudio, la altura a cubrir era 2.50 m, pero la longitud efectiva era igual a

3.75 m (determinada por 1.5L). Se determinó que, con columnas de sección transversal de 6"x8", se cumple con los momentos axiales y flectores. [para mayor detalle ver el Anexo]

Figura 51

Dimensiones de Columnas de Madera

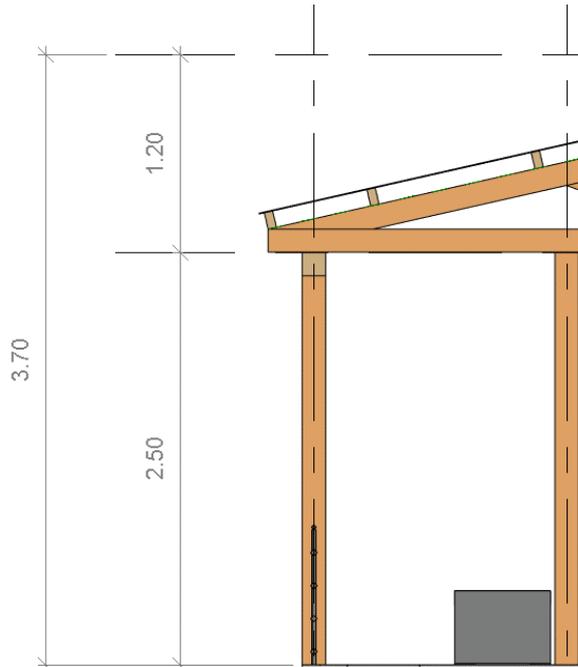


Figura 52

Momentos de la Fuerza Axial para Columnas de Madera

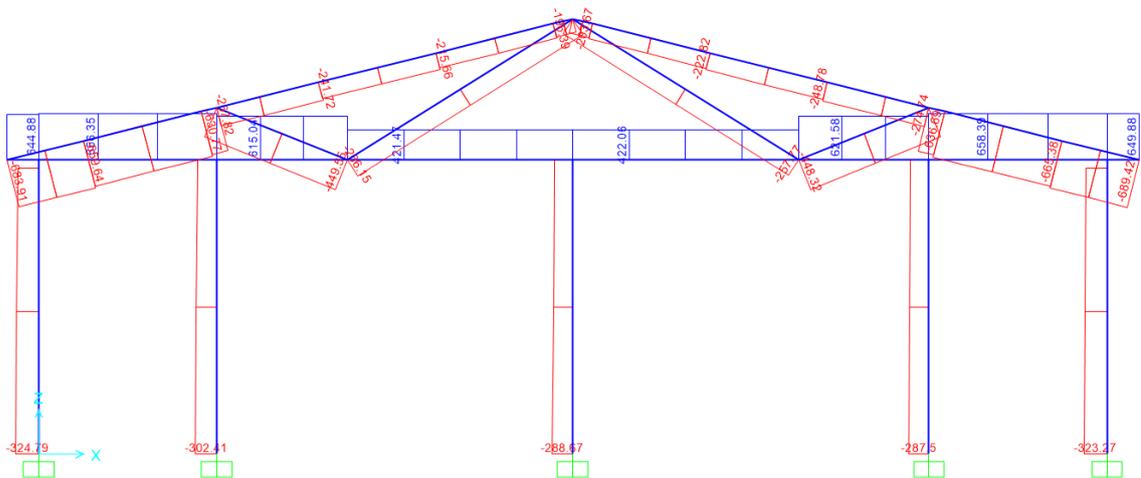
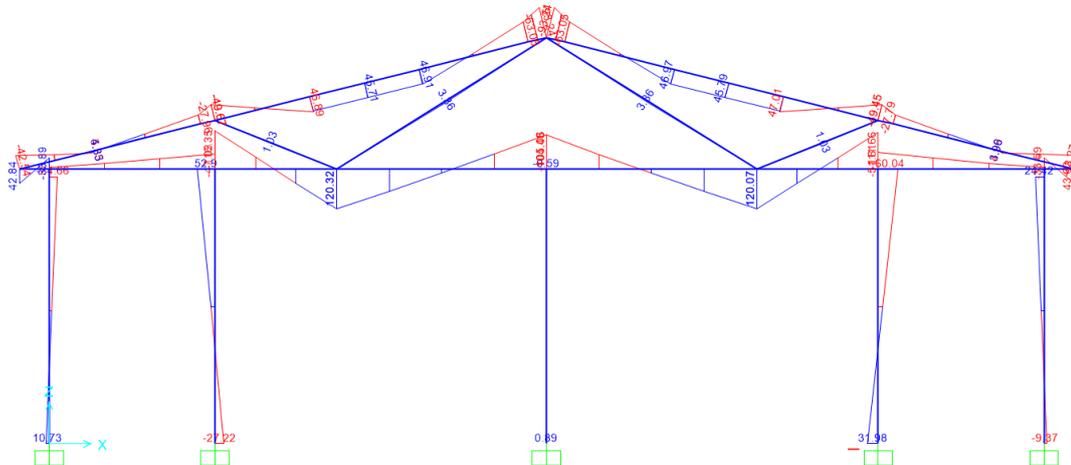


Figura 53

Momentos a Esfuerzos Flectores para Columnas de Madera



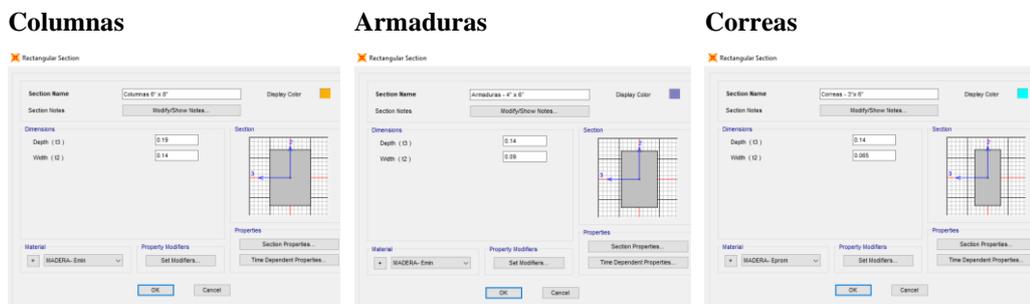
5.1.3. Modelamiento en SAP 2000

5.1.3.1. Generalidades

En el programa SAP 2000 vs. 20.2 se ha definido la grilla en X e Y para el modelamiento de la edificación de madera de un nivel, se colocaron las propiedades de la madera “Pinus radiata” de Santa Clara, Chalarmarca, mismas que, se describen en la Tabla 26. También se han definido las dimensiones comerciales de los elementos estructurales según el Manual Andino de la Madera, de las armaduras (4”x6”, y 6”x6”), correas (3”x6”), y columnas (6”x8”).

Figura 54

Dimensiones de los Elementos Estructurales



5.1.3.2. Dibujo de los elementos estructurales

Se dibujaron las columnas, correas y armaduras según las dimensiones calculadas con anterioridad. Una vez dibujado las armaduras. En las armaduras las diagonales constituyen elementos individuales como están unidos por clavos o por una cartela, se sabe que, no va a transferir momentos por ende se liberan los momentos. En ambos extremos estén liberados, el tipo de apoyo está restringido para la rotación. Con esto estamos realizando una conexión articulada. Luego se asignan los apoyos en la base.

Figura 55

Dibujo de Elementos Estructurales

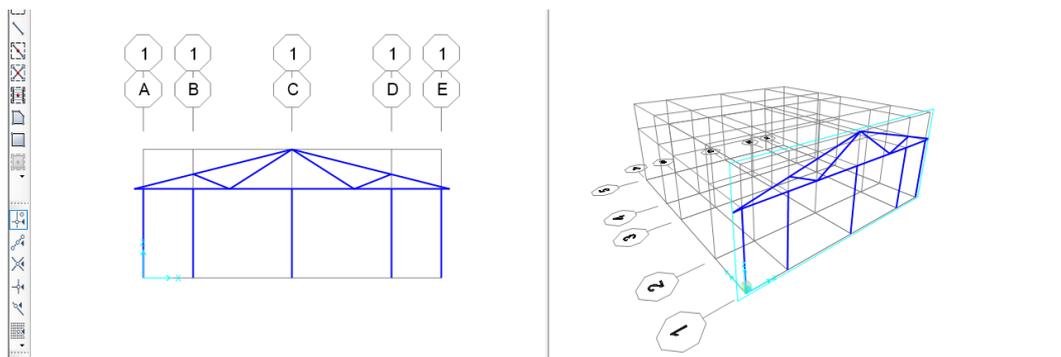
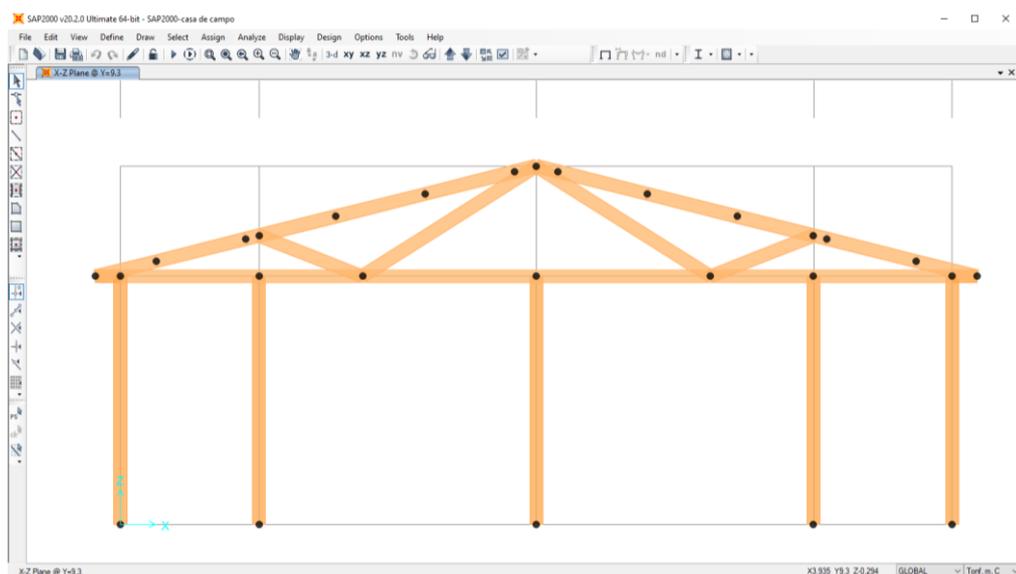


Figura 56

Dibujo de las Correas



5.1.3.3. Creación de las cargas de gravedad

Se crea los tipos de carga que, actuará en la edificación que, se definirá mediante los patrones de carga. Se asignan las cargas muertas y vivas. La norma E.020 menciona que, para techos con coberturas livianas, cualquiera sea su pendiente el peso es de 30 kg/m². Las cargas se aplican en las correas como carga distribuida por su área tributaria.

Para el cálculo de la masa según la norma E.030 (MVCS, 2018) en techos de azoteas se tomará el 25 % de la carga viva.

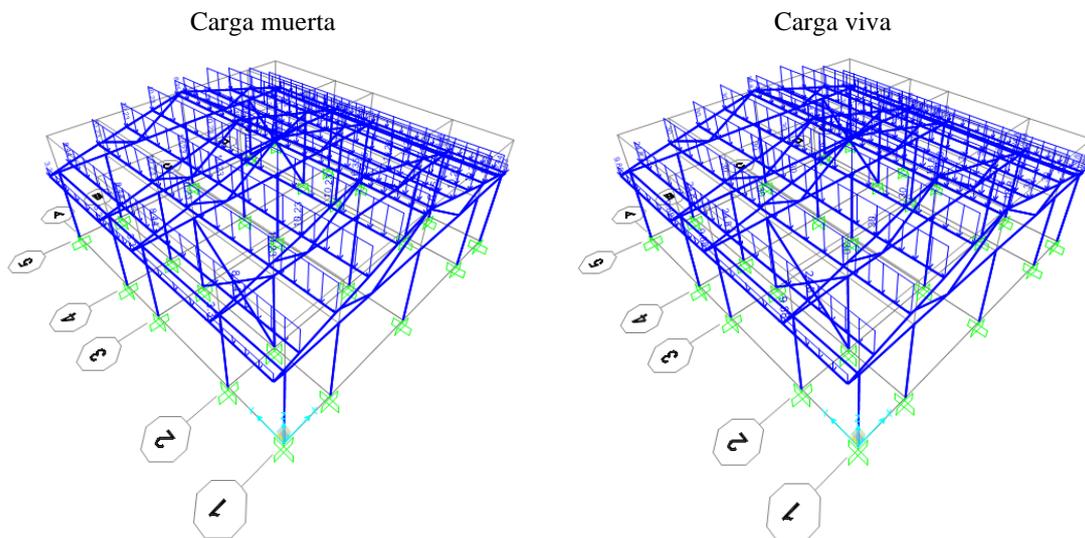
Figura 57

Metrado de Cargas

Cobertura de Teja Andinas		Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)	Peso aprox (kg)
		1.14	0.72	5	8.4
TECHOS	Descripción	Cant/m ²	Peso Unitario (kg)	Peso por m ²	Peso Total (kg/m ²)
	CARGA MUERTA				
	- Cobertura de Teja Andinas	0.82	8.40	10.23	10.23
	CARGA VIVA DE TECHO				
- Techos de coberturas livianas					30

Figura 58

Colocación de la Carga



5.1.3.4. Análisis espectral

La pseudoaceleración, al multiplicar por el factor de escala, que, es la gravedad (g) se obtiene el espectro de aceleración para cada dirección de análisis.

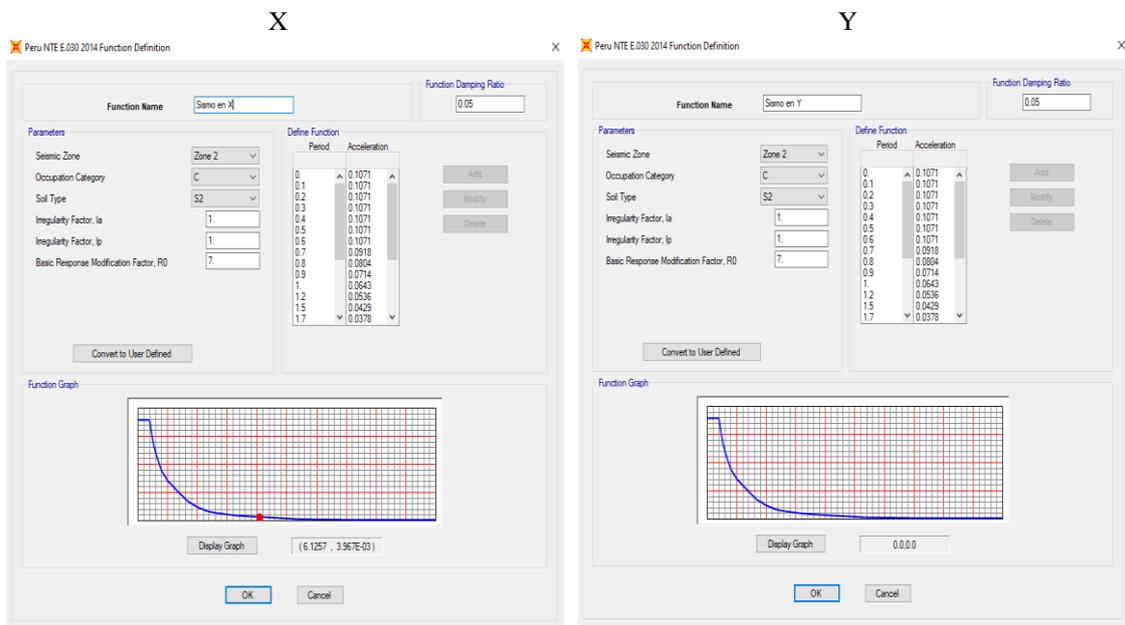
Figura 59

Espectro de Diseño sísmico

ITEM	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	VALOR	OBSERVACIÓN
1	Factor de zona	Z	0.25	Zona 2 - Chalamarca
2	Factor de uso y categoría	U	1	C: Vivienda
3	Factor de suelo	S	1.2	S2: suelo intermedio
4	Periodo del factor C	TP	0.6	Periodo que define la plataforma del factor
5	Factor de Irregularidad en altura	Ia	1	Regular
6	Factor de Irregularidad en planta	Ip	1	Regular
7	Coeficiente de reducción sísmica	Rx	7	Madera
		Ry	7	Madera

Figura 60

Pseudoaceleración en X e Y



5.1.3.5. Combinación de cargas para diseño por esfuerzos admisibles

En la norma E.020 se argumenta que, las combinaciones que se consideran para el análisis, son las que producen los efectos más desfavorables en el elementos

estructural. Para el caso del estudio, se ha considerado las combinaciones de carga (1), (2), (3), y (5).

$$D \quad (1)$$

$$D + L \quad (2)$$

$$D + (W \text{ ó } 0.70E) \quad (3)$$

$$\alpha[D + L + (W \text{ ó } 0.70E)] \quad (5)$$

Donde, D carga muerta, L carga viva, W carga de viento, E carga de sismo, y α factor que, tendrá un valor mínimo de 0.75.

Y finalmente, se corre el programa.

5.1.3.6. Derivas y desplazamientos

Las derivas y desplazamientos son menores a 0.010, por tanto, cumplen con la norma E.030 (MVCS, 2018).

5.1.3.7. Análisis modal

Figura 61

Modo de vibración N° 1, traslación en X

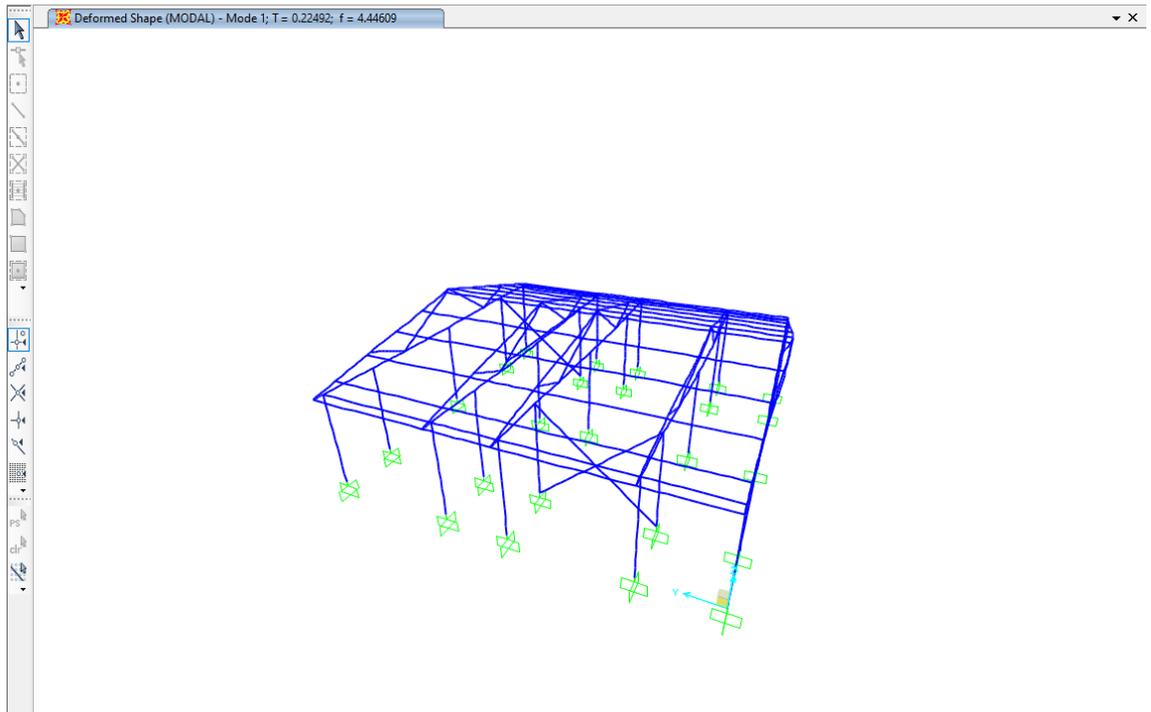


Figura 62

Modo de vibración N° 2, traslación en Y

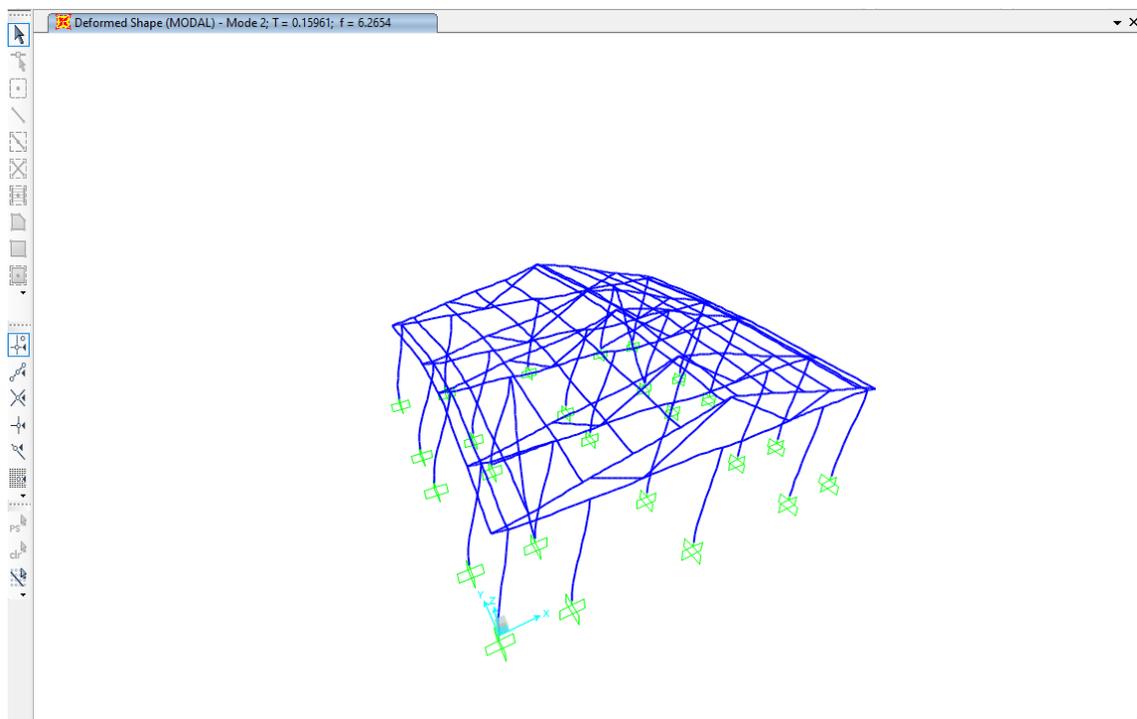
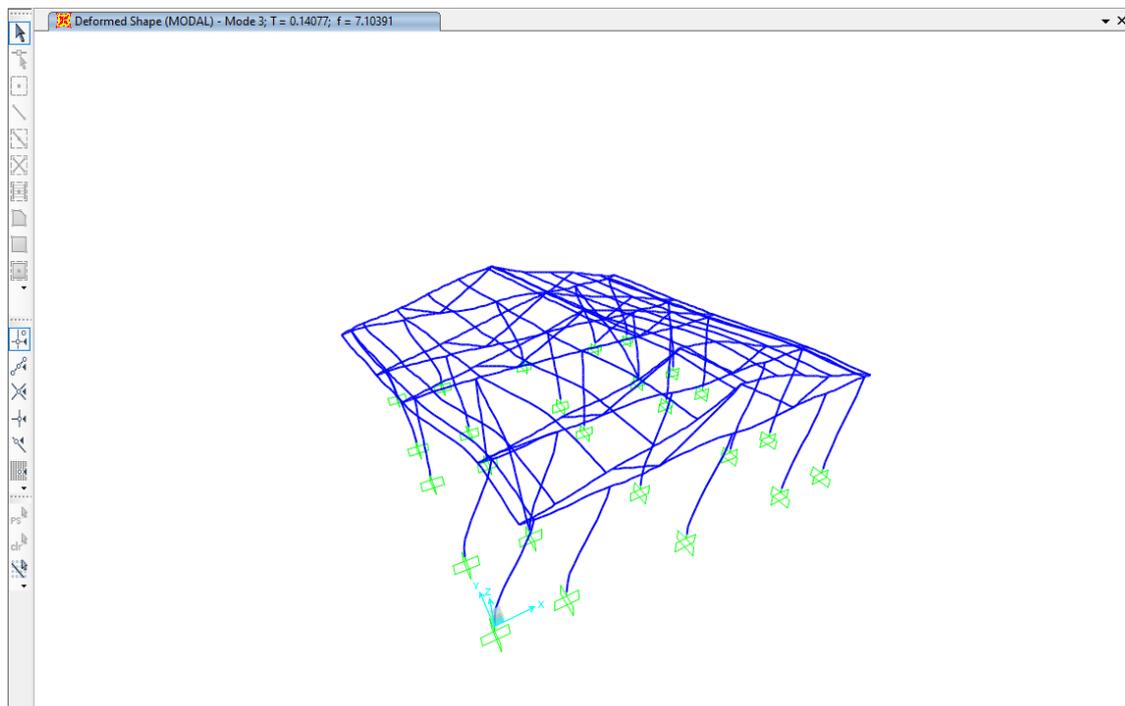


Figura 63

Modo de vibración N° 3, rotación



CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Al evaluar estructuralmente la madera habilitada “Pinus Radiata” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota, según la norma E.010 (MVCS, 2014), se ha determinado que, la misma no puede clasificarse dentro del grupo C, debido a que, si bien su densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles a compresión, tracción y corte cumplen con los valores mínimos de la categoría, el esfuerzo admisible a flexión está por debajo de los 100 kg/cm² requeridos por la norma E.010 (MVCS, 2014), siendo así, se ha concluido que:

- 1) La densidad básica de la madera habilitada “Pinus radiata” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota es 0.50 g/cm³, por tanto, está dentro del rango de 0.40 a 0.55 g/cm³ para la clasificación C según la norma E.010 (MVCS, 2014).
- 2) La madera habilitada “Pinus radiata” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota, presenta resistencia a flexión de 261.18 kg/cm², a compresión paralela y perpendicular de 180.50 kg/cm² y 180.04 kg/cm², valores bastantes similares, que evidencian buena resistencia a cargas de aplastamiento; a tracción paralela y perpendicular de 574.51 kg/cm² y 18.53 kg/cm², por tanto, la madera resiste los esfuerzos de tensión, cuyas fuerzas tratan de separar la probeta; a corte paralelo 32.42 kg/cm², por tanto, resiste los esfuerzos que, buscan dividir a la madera.
- 3) El módulo de elasticidad a compresión paralela, perpendicular, tracción paralela, perpendicular y corte paralelo, de la madera habilitada “Pinus radiata” del centro poblado Santa Clara, Chalamarca, Chota, en promedio supera los 90,000 kg/cm², no obstante, el módulo de elasticidad a flexión de la madera pino solamente

alcanza a superar el MOE mínimo de 55,000 kg/cm², dado por la norma E.010 (MVCS, 2014), aun así, la madera clasifica preliminarmente en el grupo C.

- 4) Los esfuerzos admisibles de la madera habilitada “Pinus radiata” de Santa Clara, Chalamarca, Chota a flexión, compresión paralela, perpendicular, tracción paralela y corte paralelo son 81.79 kg/cm², 90.25 kg/cm², 112.53 kg/cm², 143.63, y 8.10 kg/cm², respectivamente, por tanto, todos los esfuerzos admisibles a excepción de la flexión estática, superan los valores mínimos para clasificar en el grupo C, de acuerdo a la norma E.010 (MVCS, 2014).
- 5) Se ha planteado un modelo estructural de una vivienda con pilares, correas y armadura de techo de madera, comprobando que, cumple con los momentos, modos de vibración, derivas y desplazamientos (<0.01) sugeridos en la norma E.030 (MVCS, 2018), no obstante, la madera “Pinus radiata” en el modelo no se ha utilizado para vigas de gran longitud debido a que, su esfuerzo admisible es inferior al dado para la categoría C, aun así, se ha verificado que, si puede usar en la construcción de viviendas de 1 nivel, con luces menores a 6 m entre cada pilar, previo diseño estructural.

6.2. Recomendaciones y/o sugerencias

- Se sugiere utilizar la madera habilitada pinus radiata en el centro poblado Santa Clara, en pilares, tijerales y armaduras de madera, pero no para elementos sometidos a flexión, considerando los resultados del estudio. Así mismo, se espera que, el modelo de vivienda diseñado, sea referente para la construcción en madera de casas de campo, y casas arquitectónicas en el distrito de Chalamarca.
- Se pide a la Municipalidad Distrital de Chalamarca promover planes de reforestación de pino en los bosques del centro poblado de Santa Clara, a fin de promover su uso estructural, con responsabilidad ambiental.
- Se aconseja que, en futuros temas de estudio se analice la elaboración de vigas laminadas de la madera de pino de Santa Clara, a fin de que, estas presenten mayor resistencia y puedan ser utilizadas en la construcción de vigas y viguetas de edificaciones de madera. También, se sugiere se realicen investigaciones para mejorar las características mecánicas de la madera, ya sea por inmersión o adición de aditivos y conservantes tal como, lo ha realizado Xu et al. (2021).

CAPÍTULO VII.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argüelles, R. y Arriaga, F. (1993). *Ponencias y comunicaciones Tomo IV: El uso de la madera en la construcción*. Congreso forestal español, 1(1), 239 – 248.
- Alvis-Gordo, J., Cabas-Giraldo, L. D., & Valencia-Ramos, D. P. (2017). Propiedades físico-mecánicas de la madera de uraco (*ocotea brevipetiolata van der werff*), municipio de Sibundoy, Putumayo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 66-75. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)66-75](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)66-75)
- Bacón, C. y Díaz, W. (2016). *Determinación de los esfuerzos admisibles de la madera de pino radiata para el diseño de elementos estructurales para viviendas en Cajamarca*. [Tesis de grado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. <https://n9.cl/ae6u>
- Brunetti, M., Nocetti, M., Pizzo, B., Aminti, G., Cremonini, C., Negro, F. Zanuttini, R., Romagnoli, M., y Scarascia, G. (2020). Structural products made of beech wood: quality assessment of the raw material. *Eur. J. Wood Prod.* <https://doi.org/10.1007/s00107-020-01542-9>
- Bocanegra, C.M., y Paredes, L.O. (2018). *Influencia de la forma y tipos de maderas sobre la humedad, densidad, compresión y flexión aplicadas a la construcción de viviendas, Trujillo 2018*. [Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/13754>
- Bueno Valera, J. R. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a flexión entre vigas macizas y vigas laminadas, encoladas y prensadas, tipo sándwich utilizando madera de pino radiata, en Cajamarca*. [Tesis de grado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1500>
- Campos Cisneros, Ronald Maxwell. (2007). *Estructura, contenido de humedad, densidad, clasificación, propiedades mecánicas: La madera*. Consultado el 28 de julio 2020. <https://afly.co/lrb3>
- Catalán L., J., Vásquez V., L., Mardones Díaz, P., et al (2020). *Caracterización mecánica de muros fabricados con madera aserrada estructural de Pino oregón*. INFOR. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/30381>

- Catalán L., J., Vásquez V., L., Hernández C., G., et al (2019). *Tensiones admisibles de la madera aserrada estructural de Pino oregón (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) clasificada visualmente.* INFOR. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/29196>
- Céspedes, J.A., y Gaitán, J.N. (2020). *Caracterización de las propiedades físico - mecánicas de las especies de madera de acacia, eucalipto y pino caribe.* [Trabajo de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Santo Tomas]. <http://hdl.handle.net/11634/21701>
- Chicaiza, M.R. (2022). *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas entre las especies arbóreas estudiadas: Platuquero, Pino Caribe y Pino Patula.* [Trabajo de titulación para optar al título de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8879>
- Chura, N.S., y Muchica, J. (2020). *Factibilidad del uso de la madera Pinus radiata como material estructural para la construcción de tijerales en la región Puno.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana Unión]. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/4354>
- Cóndor, J.A., y Pardo, O.Y. (2021). *Caracterización de la anatomía, propiedades físico-mecánicas y químicas de Pinus radiata D.Don y Pinus patula Schiede ex Schltdl. & Cham. – Cajamarca.* [Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7045>
- Cotrina-Villanueva, W., Sangay-Cusquisiban, M., y Vermiglio, P. (2014). Estudio de la Resistencia Mecánica de la Madera de Pino Radiata en Cajamarca 2014. *Revista de Formación en Investigación*, 2(2), 16-25.
- Cruz, E. C. (2022). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de madera estructural ecuatoriana y su aplicación en el diseño de vivienda social.* [Trabajo para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36301>
- Cruz, N., Bustos, C. A., Aguayo, M. G., Cloutier, A., & Castillo, R. (2018). Impact of the chemical composition of Pinus radiata wood on its physical and mechanical properties following thermo-hygromechanical densification. *BioResources*, 13(2), 2268-2282. https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_13_2_2268_Cruz_Impact_Chemical_Composition_Pinus_radiata

- Cruz, J. (2011). *Consideraciones tecnológicas en la protección de la madera*. Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo de México.
- De La Cruz, C. (2016). Metodología de la investigación tecnológica en Ingeniería. *Revista Ingenium*, 1(1), 43-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.18259/ing.2016007>
- Edquén Pérez, J. A. (2022). *Análisis y determinación del comportamiento mecánico de elementos de madera estructural laminada tipo sandwich doble sometidos a compresión y flexión*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4935>
- FAO. (2012). *Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/documents/card/fr/c/903b4a83-f679-5789-8e82-fa2f0292461f/>
- Felmer, G., Morales-Vera, R., Astroza, R., González, I., Palma, V., & Rivas, N. (2021). Construcción del Primer Módulo de Vivienda Carbono Neutral con Madera Masiva de Pino Radiata Nacional. In *Proceedings of the XXXIX Encuentro Arquisur/XXIV Congreso Arquisur, Arquisur* (pp. 2-6). https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Felmer/publication/355596392_Construccion_del_Primer_Modulo_de_Vivienda_Carbono_Neutral_con_Madera_Masiva_de_Pino_Radiata_Nacional/links/6177faf53c987366c3eac94d/Construccion-del-Primer-Modulo-de-Vivienda-Carbono-Neutral-con-Madera-Masiva-de-Pino-Radiata-Nacional.pdf
- Fernandez Zarate, F. H. (2018). *Propiedades Organolépticas, Físicas y Mecánicas de la Madera de Cordia alliodora (R. y P.) Oken de Parcelas Agroforestales en Jaén, Cajamarca*. [Tesis para optar el título de ingeniero forestal y ambiental, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/113>
- Fournier-Zepeda, R. (2008). Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades. *Revista Tecnología En Marcha*, 21(4), 92-101. https://181.193.125.13/index.php/tec_marcha/article/view/230
- Gan, W., Chen, C., Wang, Z., Song, J., Kuang, Y., He, S., Mi, R., Sunderland, P.B. y Lu, L. (2019). Dense, Self-Formed Char Layer Enables a Fire-Retardant Wood Structural Material. *Advanced Functional Materials*, 29(14), pp. 14 – 28. DOI: <https://doi.org/10.1002/adfm.201807444>

- García-Ortega, P., Belmonte, J. (2011). *Pinos, Características botánicas y distribución. Árboles Pinos*, 1(1), 139 – 142. https://aerobiologia.cat/pia/general/pdf/menarini/4_4_pinus.pdf
- García Obando, L., y Espinoza Ruiz, J. (2013). *Manual para el participante tecnología de la madera y materiales*. Desarrollo Curricular y Certificación Ocupacional por Competencias Laborales en Programas de Capacitación Apropriados para las MYPE- Instituto Nacional Tecnológico en Nicaragua.
- González, S., Díaz, M.A., y Pérez, N. (2011). *Glosario de términos forestales*. Consultado el 29 de julio de 2020. <https://afly.co/lvm3>
- González Salazar, L. (2015). *Iglesias de Chiloé: hacia una teoría de intervención sostenible de la arquitectura vernácula patrimonial construida en madera de Chile Austral*. [Tesis doctoral inédita, Universidad de Sevilla, Sevilla]. <http://hdl.handle.net/11441/32948>
- Guarniz, C.A. (2020). *Resistencia a flexión de vigas macizas y vigas laminadas para dos tipos de maderas, en la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24776>
- Guerra, G.J. (2019). *Determinación de las propiedades mecánicas de la madera de la especie pino Oocarpa producida en la región suroeste de Chiquimula y su aplicación en vigas ensambladas tipo I*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://core.ac.uk/download/pdf/224835956.pdf>
- Hernández, S.A. (2010). *Comportamiento elástico de la madera Teoría y aplicaciones*. [Tesis de maestría en Ciencias y Tecnologías de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/174
- Hussein, A., Heyliger, P. y Mahmoud, H. (2020). Structural performance of a wood-sand-wood wall for blast protection. *Engineering Structures*, 219(15), 49 – 54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110954>
- Iejavs, J., Podnieks, M., & Uzuls, A. (2021). Some physical and mechanical properties of wood of Fast-growing tree species eucalyptus (*Eucalyptus grandis*) and radiata pine (*Pinus radiata* D. Don). *Agronomy Research*, 19(2), 434-443. <https://dspace.emu.ee/handle/10492/6434>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2018, agosto). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares Acceso a servicios básicos. Censos nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. INEI.
- Jankunas, J. (2020). *El pasado de la madera en el futuro de la construcción lituana*. [Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/188026/Resumen%20Portafolio.pdf>
- Lemus, J.S., y Romero, Y.S. (2014). *Diseño de un prototipo de viviendas sostenibles en madera para región de la Mojana*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. <http://hdl.handle.net/10983/1738>
- Li, M. Y., Ren, H. Q., Wang, Y. R., Gong, Y. C., & Zhou, Y. D. (2021). Comparative studies on the mechanical properties and microstructures of outerwood and corewood in *Pinus radiata* D. Don. *Journal of Wood Science*, 67(1), 1-9. <https://link.springer.com/article/10.1186/s10086-021-01992-6>
- Mendoza Intriago, E. M. (2020). *Influencia de la madera blanca (Pino, Laurel, Guayacán blanco) en la calidad de fermentación de cacao (Theobroma cacao L.) de origen forastero y nacional*. [Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5478>
- Meza Solano, J. L. (2010). *Clasificación estructural de la madera Pinus radiata D. Don. Cajamarca*. [Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería].
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Línea de base de especies forestales (Pinus sp y Eucalyptus sp.) con fines de bioseguridad*. Ministerio del Ambiente del Perú. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/LB_Forestales.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2014). Norma E.010. Madera. DS. 005-2014-VIVIENDA. MVCS. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_010.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2018). Modifican La Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente Del Reglamento Nacional De Edificaciones. MVCS. <https://cdn->

web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2009). Norma Técnica E.020 Cargas. MVCS. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E020.pdf

Morejón Moreta, C. E. (2018). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de tres especies forestales: piptocoma discolor (Kunth.) pruski (pigüe), iriartea deltoidea ruiz & pav. (Chonta) y pouteria glomerata (Intachi)*. [Tesis de grado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Escuela superior politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8502>

Noreña, A.L., Alcaraz-Moreno, N., Rojas, J.G., y Rebolledo-Malpica, D. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan*, 12(3), 1657-1697. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-59972012000300006

NTP 251.008. (2016). *Madera y carpintería para construcción. Selección y colección de muestras*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

NTP 251.009. (2016). *Madera y carpintería para construcción. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos. 2ª Edición*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

NTP 251.010. (2020). *Madera. Métodos para determinar el contenido de humedad. 4ª Edición*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

NTP 251.011. (2019). *Madera. Método para determinar la densidad. 3ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

NTP 251.013. (2015). *Madera. Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

NTP 251.014. (2020). *Madera. Método para determinar la compresión axial o paralela al grano. 4ª Edición*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

NTP 251.016. (2015). *Madera. Método para determinar la compresión perpendicular al grano. 3ª Edición*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

NTC 251.017. (2014). *Madera. Método para determinar la flexión estática. 3ª Edición*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

- NTP 251.085. (2017). *Maderas. Determinación de la tensión paralela a las fibras*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.
- NTP 251.086. (2015). *Madera. Determinación de la tensión perpendicular a la fibra*. Instituto Nacional de Calidad – INACAL.
- Ortiz, L. (2008). *Vigas de madera horizontales, para proyectos habitacionales, en arquitectura*. [Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala].
- Parra Barreda, O. Á. (2019). *Evaluación de la calidad de adhesión en la madera laminada encolada (MLE) de tres especies forestales para la fabricación de vigas de madera*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero Forestal, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3898>
- Pinto Campos, B. C. (2019). *Arquitectura y diseño flexible: una revisión para una construcción más sostenible*. [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/176433>
- Quagliotti, S., Bruzzone, G., Cháben, A., Baño, V., & Moya, L. (2019). *Clasificación visual de madera de pinus elliottii de uruguay y estimación del módulo de elasticidad mediante técnicas no destructivas visual grading of uruguayan pinus elliottii and stiffness estimation by non destructive techniques*. 4° Congreso Latinoamericano de Estructuras de Maderas. https://www.clem2019.uy/admin/files/clem2019/upload/files/F1-4620205-CLEM_2019.pdf
- Rocha-Tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. *Revista NODO*, 6(11), 99-106. <http://186.28.225.70/index.php/nodo/article/view/64>
- Román Zapata, Y. (2021). *Certificación Forest Stewardship Council – FSC en Reforestadora Río Frío*. Tecnológico de Antioquia, Institución Universitaria. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/2402>
- Rubio Esteban, Y. A. (2021). *Análisis de densidad básica de la madera de pona (socratea exorrhiza) y su categorización dentro de los grupos de la madera de acuerdo a la norma e. 010, en el valle del monzón, provincia de Huamalies, departamento de Huánuco-2019*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3118>
- Saavedra, H., García-Herrera, C., Vasco, D. A., & Salinas-Lira, C. (2021). Characterization of mechanical performance of Pinus radiata wood impregnated

- with octadecane as phase change material. *Journal of Building Engineering*, 34, 101913. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101913>
- Sanango Jara, P.T. (2017). *Comparación del diseño y evaluación de miembros estructurales de madera laminada encolada con uniones dentadas, de Pino Radiata y Eucalyptus Globulus*. [Tesis de grado para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6728>
- Sánchez Dahua, J. L. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas de la madera de eucalipto (Eucalyptus), provenientes de la provincia de Tungurahua y su factibilidad como material estructural de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC 2015)*. [Trabajo para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33541>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2018). *Resolución de dirección ejecutiva N° 143-2016-SERFOR, Lista Oficial de Especies Forestales Maderables Aprovechables con Fines Comerciales*. SERFOR. <https://www.serfor.gob.pe/faq/lista-oficial-de-especies-forestales>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2017). *Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2017*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MIDAGRI <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/265/1/Anuario-Forestal-y-de-Fauna-Silvestre-2017.pdf>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2020). *Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2019*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MIDAGRI. <http://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/894>
- Sotomayor, J. R. (2015). *Comportamiento elástico de la madera*.
- Tknika. (2019). *Manual Técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural- Términos y definiciones*. EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO. <https://normadera.tknika.eus/es/content/clasificaci%C3%B3n-y-proceso-de-caracterizaci%C3%B3n-de-la-madera-estructural.html>
- Vásquez Bernal, A. K. (2021). *Evaluación del comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo del contenido de humedad–Chiclayo*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Cesar vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58276>

- Xu, J., Li, X., Long, L., & Liu, R. (2021). Enhancement of the physical and mechanical properties of wood using a novel organo-montmorillonite/hyperbranched polyacrylate emulsion. *Holzforschung*, 75(6), 545-554. <https://doi.org/10.1515/hf-2020-0042>
- Yoza, L., Baradit, E., & Acevedo, M. (2015). Caracterización de las propiedades físico mecánicas de especies, Pino (*Pinus patula*) y Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) provenientes del Perú utilizando técnicas no destructivas. *nales científicos*, 76(1), 12–16. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.758>
- Zhu, Z., Fu, S., Lavoine, N. y Lucia, L. (2020). Structural reconstruction strategies for the design of cellulose nanomaterials and aligned wood cellulose-based functional materials – A review. *Carbohydrate Polymers*, 247(1), 11 – 26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116722>

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1. Bosque de pino en el centro poblado Santa Clara, Chalamarca



Fotografía 2. Medida del diámetro de tronco de los árboles de pino en el centro poblado Santa Clara



Fotografía 3. Talado de cinco árboles de pino en el centro poblado Santa Clara



Para el proceso de tala de árboles, primero en cumplimiento con la normatividad se seleccionaron al azar los cinco árboles, luego una vez seleccionados se procedió a la tala de los mismos, haciendo uso de una motosierra y cortando desde la parte baja del tronco, para luego aserrar el mismo.

Fotografía 4. Medida de la troza del árbol de pino en el centro poblado Santa Clara



Con la motosierra se cortó el árbol en trozas partes de tronco derivadas del árbol talado. Una vez cortada la madera en trozas, se procedió a medir el tronco para conocer su diámetro, además de contar los anillos que se forman en el tronco, a fin de distinguir ciertas características esenciales de los mismos, acorde a la normatividad.

Fotografía 5. Cortado de viguetas de madera de pino en el centro poblado Santa Clara



Dee las trozas se obtuvieron viguetas las mismas que, fueron codificadas debido a que, de estas se obtendrán las probetas de madera que, sirven para el estudio.

Fotografía 6. Habilitación de probetas de madera de pino según las dimensiones indicadas en las normas técnicas peruanas



Las viguetas se trasladaron a una carpintería local, donde se prosiguió con el siguiente paso que, es la conversión de la madera en las probetas de ensayo, las probetas fueron elaboradas según las dimensiones dadas en la normatividad.

Fotografía 7. Probetas de madera de pino del centro poblado Santa Clara según las dimensiones indicadas en las normas técnicas peruanas



Fotografía 8. Ensayo de contenido de humedad en la madera de pino

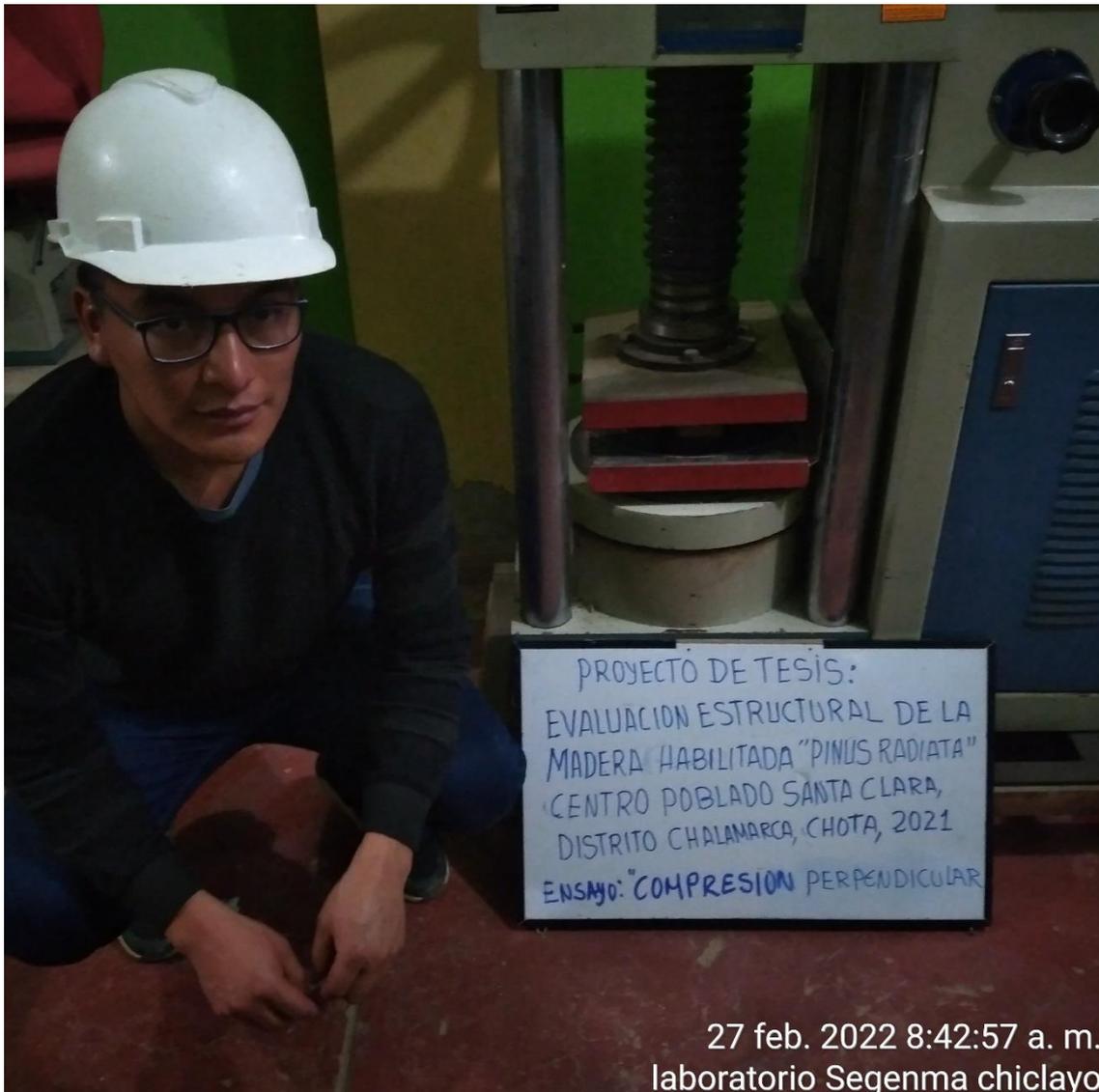


Fotografía 9. Ensayo de compresión paralela en la madera de pino



Al realizar un ensayo de compresión en esta orientación las fibras recibirán la carga a través de su eje longitudinal. La ruptura frecuentemente ocurre debido al colapso de las fibras. Se realizó en el laboratorio SEGEMA de la ciudad de Chiclayo.

Fotografía 10. Ensayo de compresión perpendicular en la madera de pino



Al realizar un ensayo de compresión en esta orientación las fibras recibirán la carga a través de su eje transversal. Se realizó en el laboratorio SEGEMA de la ciudad de Chiclayo.

Fotografía 11. Ensayo de flexión estática en la madera de pino



Anexo C. Conformidad de los laboratorios



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

CONSTANCIA

EL DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.

HACE CONSTAR:

Que el bachiller en ingeniería civil, REYNER VÁSQUEZ BECERRA, de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, realizó sus ensayos en este laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo, ensayos que corresponde a la tesis titulada: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021**; los ensayos se desarrollaron en el mes de mayo del 2022 y son los siguientes:

- Ensayo de tensión paralela a la fibra.
- Ensayo de tensión perpendicular a la fibra.
- Ensayo de cizallamiento paralelo al grano.

Se expide este documento a solicitud del interesado para los fines que vea por conveniente.

Trujillo, 12 de mayo del 2023.



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales

✉ JMC. Sec.
📁 C.C. Archivo



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE

RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI

Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484

CODIGO OSCE N° S0090112

LABORATORIO SEGENMA

CONSTANCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Quien suscribe, Leónidas Murga Vásquez, Gerente general de la Empresa **SEGENMA SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNIA. ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**, con RUC:10174324650, hago constar lo siguiente.

Que, el joven REYNER VÁSQUEZ BECERRA, identificado con DNI N° 76812530, Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota UNACH, ha realizado sus Ensayos en el Laboratorio **SEGENMA SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNIA. ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES**, para la tesis de nombre: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA “PINUS RADIATA”, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021**; los ensayos se realizaron en el mes de febrero del 2022 y son los siguientes.

- Densidad básica.
- Compresión paralela al grano.
- Compresión perpendicular al grano.
- Flexión estática.
- Contenido de humedad.

Se expide la presente, para los fines que estime por conveniente.

Ferreñafe, 11 de mayo del 2023.




.....
Leónidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA

Anexo D. Certificados INACAL e INDECOPI



EXPEDIENTE N° 782282-2019

RESOLUCIÓN N° 001482-2019/DSD-Reg-INDECOPI

Lima, 30 de enero del 2019

Con fecha 21 de enero de 2019, MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, de Perú, solicitó la Renovación del registro N° 54852.

1. ANÁLISIS

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, establecen que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los seis meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de seis meses, contados a partir de la fecha del mismo.

Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el párrafo precedente, las disposiciones contenidas en los artículos 178°, 179°, 184°, 189°, 196° y 198° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 75° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, en lo que corresponda; así como lo señalado por el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Indecopi; procede acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36°, 40° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, Reglamento y su modificatoria, concordante con el artículo 4° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, que aprueba disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, la renovación del registro de la marca de servicio constituida por el logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; de la clase 42 de la Clasificación Internacional, inscrita con certificado N° 54852, quedando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 30 de enero del 2029.

Regístrese y comuníquese

Gwendy Paz Gilio
Área de Registro y Archivo
Dirección de Signos Distintivos
Indecopi

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00054852

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 001083-2009/DSD - INDECOPI de fecha 30 de Enero de 2009, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : El logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; conforme al modelo adjunto

Distingue : Estudios de proyectos técnicos, control de calidad, ingeniería, geológicas (investigaciones)

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0361669-2008

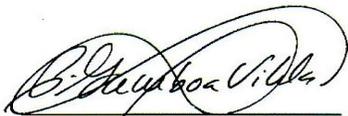
Titular : MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS

País : PERU

Vigencia : 30 de Enero de 2019

Tomo : 275

Folio : 052



PATRICIA GAMBOA VILELA
Directora
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI





PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

EXPEDIENTE N° : 0361669-2008

RESOLUCIÓN N° : **001083** -2009/DSD-INDECOPI

Lima, **30 ENE. 2009**

Con fecha 30 de Julio de 2008, MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, de PERU, solicita el registro de la marca de servicio constituida por el logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; conforme al modelo adjunto para distinguir estudios de proyectos técnicos, control de calidad, ingeniería, geológicas (investigaciones), de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

1. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:

Realizado el examen de registrabilidad del signo solicitado se concluye que cumple con los requisitos previstos en el artículo 134 de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial y no se encuentra comprendido en las prohibiciones señaladas en los artículos 135 y 136 del dispositivo legal referido.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36, 40 y 41 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordante con el artículo 4 del Decreto Legislativo N° 823; así como también en ejercicio de las atribuciones conferidas mediante Resolución N° 018476-2008/DSD-INDECOPI, de fecha 01 de setiembre de 2008.

2. RESOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MURGA VASQUEZ VICENTE LEONIDAS, de PERU, la marca de servicio constituida por el logotipo conformado por la denominación SEGENMA escrita en letras características y las figuras estilizadas de una copa casa grande, una prensa de ensayo, una probeta, dos espátulas y dos cápsulas; en los colores verde, dorado, blanco, azul, marrón y negro; conforme al modelo adjunto para distinguir estudios de proyectos técnicos, control de calidad, ingeniería, geológicas (investigaciones), de la Clase 42 de la Clasificación Internacional, quedando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado a partir de la fecha de la presente Resolución.

Regístrese y Comuníquese



Gwendy Paz Gñio
Gwendy Paz Gñio
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 138, San Borja, Lima 41 - Perú Telf: 224 7800 / Fax: 224 0348
E-mail: postmaster@indecopi.gob.pe / Web: www.indecopi.gob.pe



Anexo E. Resultado de ensayos de laboratorio



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE

RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI

Email: leonidaservas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484

CODIGO OSCE Nº S0090112

LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE DENSIDAD BASICA NTP 251.011

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

I. ENSAYO DE DENSIDAD BASICA (NTP 251.011)

PROBETA	DIMENSIONES (cm)			VOLUMEN (cm ³)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm ³)
	LARGO	ANCHO	ALTO			
M1Q1	10.00	3.10	3.10	96.10	48.29	0.50
M2Q2	10.00	3.10	3.10	96.10	49.24	0.51
M3Q3	10.00	3.00	3.00	90.00	47.12	0.52
M4Q4	10.00	3.10	3.00	93.00	43.96	0.47
M5Q5	10.00	3.10	3.10	96.10	46.36	0.48

M1Q1 = M1 es el número de la muestra Q1,2,3,4,5 = Son de los diferentes árboles que se extrajo la muestra

LEYENDA: Los ensayos de densidad basica se realizo con probetas de 3x3x10 cm

El laboratorio no ha intervenido en la toma de las muestras ni en la preparacion de los testigos de madera ; solo se ha limitado a ensayarlos a la densidad basica, por lo tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicho testigo.



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904

I. PANEL FOTOGRAFICO



Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO NTP 251.014

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

I. ENSAYO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO (NTP 251.014)

PROBETA	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA		RESISTENCIA MAXIMA	
	LARGO	ANCHO	ALTO		KN	KG	KG/CM ²	Mpa
M1Q1	20.30	5.40	5.20	28.08	51.36	5238.00	186.54	18.30
M2Q2	20.30	5.40	5.20	28.08	46.51	4743.37	168.92	16.57
M3Q3	20.20	5.30	5.40	28.62	53.21	5426.68	189.61	18.60
M4Q4	20.30	5.40	5.20	28.08	47.77	4871.87	173.50	17.02
M5Q5	20.30	5.30	5.30	28.09	50.66	5166.61	183.93	18.04

M1Q1 = M1 es el número de la muestra Q1,2,3,4,5 = Son de los diferentes árboles que se extrajo la muestra

LEYENDA: Los ensayos de compresion paralela al grano se realizo con probetas de 5x5x20 cm bajo el metodo primario

El laboratorio no ha intervenido en la toma de las muestras ni en la preparacion de los testigos de madera ; solo se ha limitado a ensayarlos a la compresion paralela al grano, por lo tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicho testigo.

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO NTP 251.014

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PARALELA AL GRANO (NTP 251.014)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:

MOE= MODULO DE ELASTICIDAD

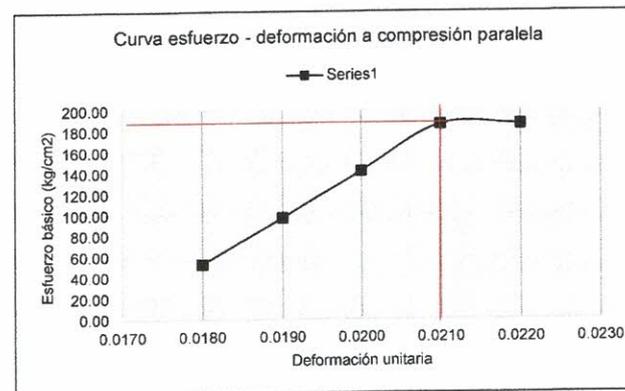
A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA

P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL

D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS

Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL

PROBETA M1Q1



Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.018	1487.25	20.3	5.4	5.2	15	28.08	52.96474359	44137.28632
0.019	2737.5	20.3	5.4	5.2	15	28.08	97.48931624	55503.78581
0.02	3987.75	20.3	5.4	5.2	15	28.08	142.0138889	76810.39663
0.021	5238	20.3	5.4	5.2	15	28.08	186.5384615	96087.80642
0.022	5248	20.3	5.4	5.2	15	28.08	186.8945869	91895.2842

combo al
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
 CODIGO OSCE Nº S0090112
 LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO NTP 251.014

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PARALELA AL GRANO (NTP 251.014)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:

MOE= MODULO DE ELASTICIDAD

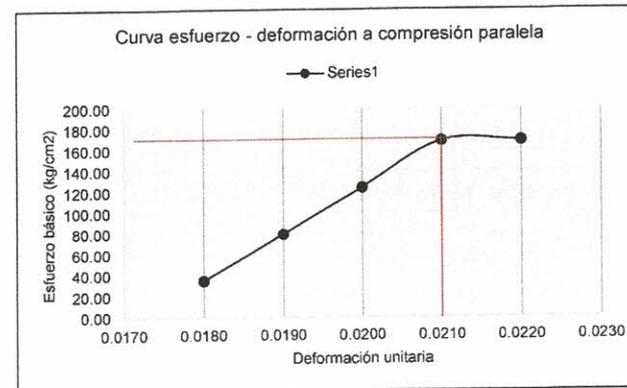
A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA

P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL

D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS

Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL

PROBETA M2Q2

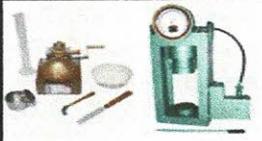


Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.018	992.62	20.3	5.4	5.2	15	35.3497151	29458.09592	
0.019	2242.87	20.3	5.4	5.2	15	79.87428775	45474.9867	
0.02	3493.12	20.3	5.4	5.2	15	124.3988604	67283.03748	
0.021	4743.37	20.3	5.4	5.2	15	168.923433	87014.13103	
0.022	4753.37	20.3	5.4	5.2	15	169.2795584	83234.0486	

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFA
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO NTP 251.014

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PARALELA AL GRANO (NTP 251.014)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:

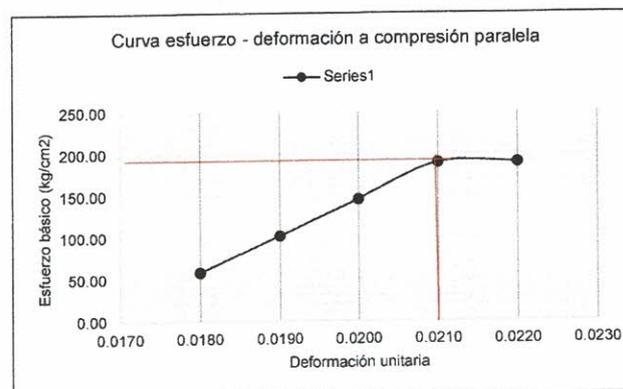
MOE= MODULO DE ELASTICIDAD

A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA

P= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL

D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS

Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



PROBETA M3Q3

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm ²)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.018	1675.93	20.2	5.3	5.4	15	28.62	58.5580014	48798.3345
0.019	2926.18	20.2	5.3	5.4	15	28.62	102.2424878	56053.99549
0.02	4176.43	20.2	5.3	5.4	15	28.62	145.9269741	76003.63237
0.021	5426.68	20.2	5.3	5.4	15	28.62	189.6114605	94053.30383
0.022	5436.68	20.2	5.3	5.4	15	28.62	189.9608665	89943.59211

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904



REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO NTP 251.014

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PARALELA AL GRANO (NTP 251.014)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:

MOE= MODULO DE ELASTICIDAD

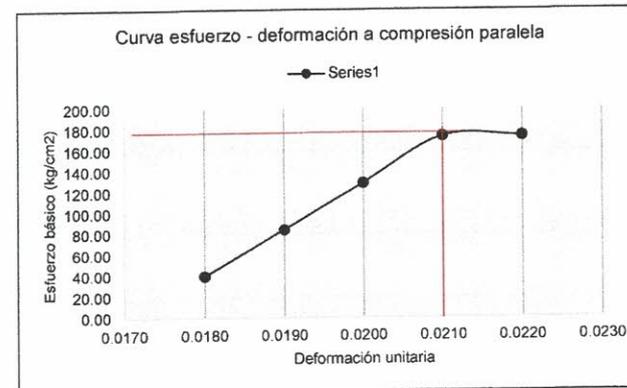
A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA

P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL

D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS

Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL

PROBETA M4Q4



Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.018	1121.12	20.3	5.4	5.2	15	39.92592593	33271.60494	
0.019	2371.37	20.3	5.4	5.2	15	84.45049858	48080.36989	
0.02	3621.62	20.3	5.4	5.2	15	128.9750712	69758.1515	
0.021	4871.87	20.3	5.4	5.2	15	173.4996439	89371.38249	
0.022	4881.87	20.3	5.4	5.2	15	173.8557692	85484.15227	

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE

RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI

Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484

CODIGO OSCE Nº S0090112

LABORATORIO SEGNMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO NTP 251.014

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PARALELA AL GRANO (NTP 251.014)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:

MOE= MODULO DE ELASTICIDAD

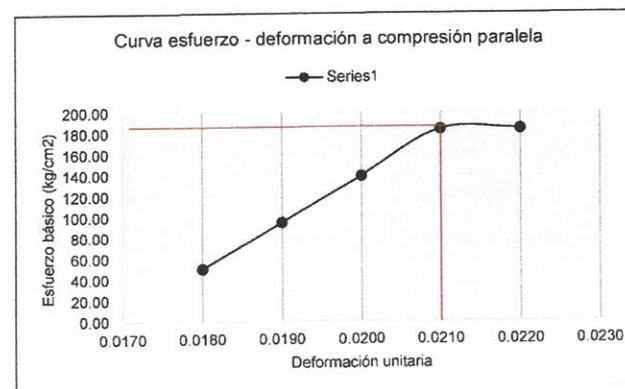
A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA

P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL

D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS

Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL

PROBETA M5Q5

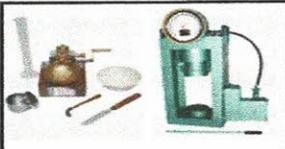


Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.018	1415.86	20.3	5.3	5.3	15	50.40441438	42003.67865	
0.019	2666.11	20.3	5.3	5.3	15	94.91313635	53017.51658	
0.02	3916.36	20.3	5.3	5.3	15	139.4218583	73985.65594	
0.021	5166.61	20.3	5.3	5.3	15	183.9305803	92956.82966	
0.022	5176.61	20.3	5.3	5.3	15	184.2865789	88903.25952	

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE N° S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD -NTP 251.010

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

III. ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 251.010)

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD PAARA MEDRA PINUS RADIATA

. Muestras de: 5 cm x 5 cm x 20 cm

. Según la NTP.251.010, se utilizo la siguiente fórmula para hallar el contenido de humedad.

$$CH\% = 1 + \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Donde:

m1: masa en gramos de la muestra antes del secado en la estufa.

m2: masa en gramos de la muestra después del secado en la estufa.

PROBETA	PESO DE LA MUESTRA ANTES DEL SECADO (gr)-m1	PESO DE LA MUESTRA DESPUES DEL	TIEMPO (HORAS- SEGÚN NTP.	T°C (SEGÚN NTP. 251.010)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M1Q1	570.5	443.84	3	103	28.54
M1Q2	570.48	450.61	3	103	26.60
M1Q3	512.19	372.05	3	103	37.67
M1Q4	579.02	474.1	3	103	22.13
M1Q5	533.02	413.6	3	103	28.87

M1Q1 = M1 es el número de la muestra Q1,2,3,4,5 = Son de los diferentes árboles que se extrajo la muestra

LEYENDA: Los ensayos para el contenido de humedad se realizo con probetas de 5x5x20 cm (ensayo de compresion paralela)

Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904

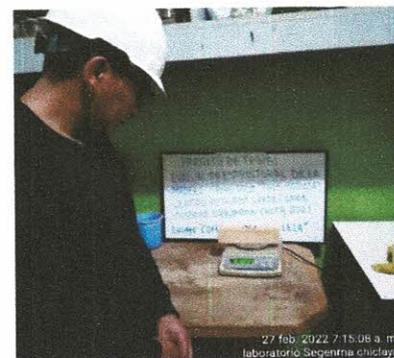
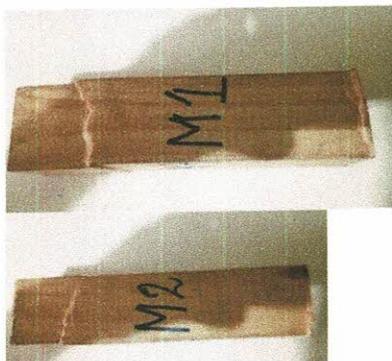


**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

IV. PANEL FOTOGRAFICO



Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE N° S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO NTP 251.016

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

I. ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)

PROBETA	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA		RESISTENCIA MAXIMA	
	LARGO	ANCHO	ALTO		KN	KG	KG/CM ²	Mpa
M1Q1	15.00	5.10	4.90	24.99	43.54	4440.47	177.69	17.43
M2Q2	14.80	5.00	5.00	25.00	46.62	4754.59	190.18	18.66
M3Q3	14.90	5.10	4.80	24.48	40.26	4105.96	167.73	16.45
M4Q4	15.00	5.00	5.00	25.00	44.21	4508.80	180.35	17.69
M5Q5	15.00	5.10	5.00	25.50	45.17	4606.71	180.66	17.72

M1Q1 = M1 es el número de la muestra Q1,2,3,4,5 = Son de los diferentes árboles que se extrajo la muestra

LEYENDA: Los ensayos de compresion perpendicular al grano se realizo con probetas de 5x5x15 cm bajo el metodo primario

El laboratorio no ha intervenido en la toma de las muestras ni en la preparacion de los testigos de madera ; solo se ha limitado a ensayarlos a la compresion perpendicular al grano, por lo tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicho testigo.

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO NTP 251.016

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

PROYECTO:

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

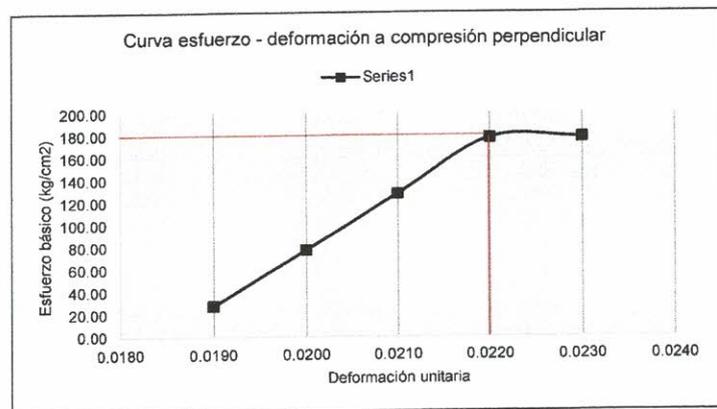
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:
 MOE = MODULO DE ELASTICIDAD
 A = SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA
 P' = CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
 D = DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS
 Y = DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL

PROBETA M1Q1



Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.019	689.72	15	5.1	4.9	15	24.99	27.59983994	21789.34732
0.02	1939.97	15	5.1	4.9	15	24.99	77.62985194	44557.95073
0.021	3190.22	15	5.1	4.9	15	24.99	127.6598639	69784.91105
0.022	4440.47	15	5.1	4.9	15	24.99	177.689876	92718.51134
0.023	4450.47	15	5.1	4.9	15	24.99	178.090036	88886.99668

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE

RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI

Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484

CODIGO OSCE Nº S0090112

LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO NTP 251.016

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

PROYECTO:

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

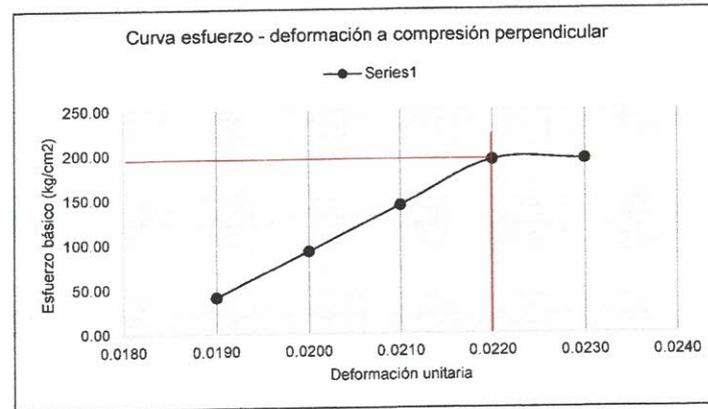
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:
 MOE= MODULO DE ELASTICIDAD
 A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA
 P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
 D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS
 Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL

PROBETA M2Q2



Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.019	1003.84	14.8	5	4.9	15	24.5	40.97306122	32347.1536
0.02	2254.09	14.8	5	4.9	15	24.5	92.00367347	52808.23095
0.021	3504.34	14.8	5	4.9	15	24.5	143.0342857	78189.29613
0.022	4754.59	14.8	5	4.9	15	24.5	194.064898	101262.9917
0.023	4764.59	14.8	5	4.9	15	24.5	194.4730612	97063.97244

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE

RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI

Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484

CODIGO OSCE Nº S0090112

LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO NTP 251.016

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

PROYECTO:

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

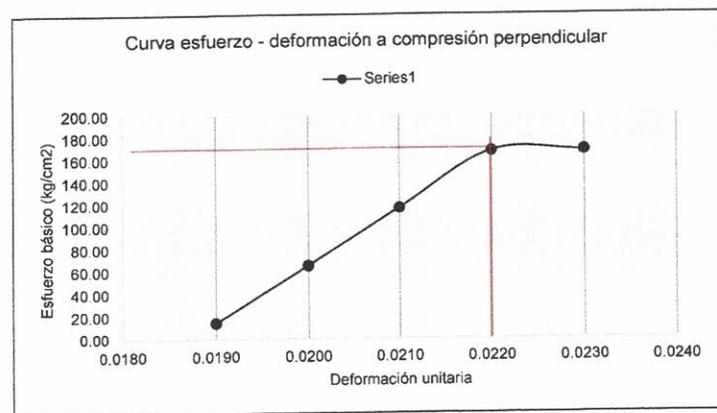
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:
 MOE = MODULO DE ELASTICIDAD
 A = SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA
 P' = CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
 D = DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS
 Y = DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL

PROBETA M3Q3



Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.019	355.21	14.9	5.1	4.8	15	24.48	14.51021242	11455.43086
0.02	1605.46	14.9	5.1	4.8	15	24.48	65.58251634	38427.25567
0.021	2855.71	14.9	5.1	4.8	15	24.48	116.6548203	65097.55595
0.022	4105.96	14.9	5.1	4.8	15	24.48	167.7271242	89343.28348
0.023	4115.96	14.9	5.1	4.8	15	24.48	168.1356209	85666.92642

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO NTP 251.016

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

PROYECTO:

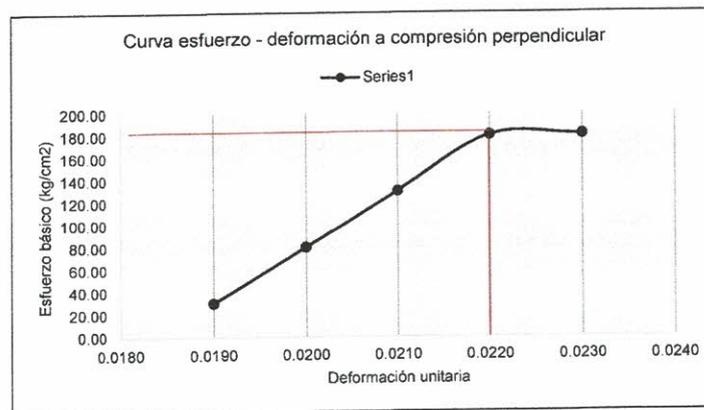
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:
MOE= MODULO DE ELASTICIDAD
A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA
P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS
Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



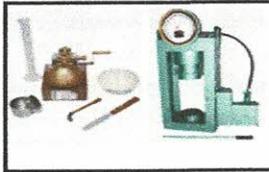
PROBETA M4Q4

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.019	758.05	15	5	5	15	25	30.322	23938.42105
0.02	2008.3	15	5	5	15	25	80.332	45186.75
0.021	3258.55	15	5	5	15	25	130.342	69826.07143
0.022	4508.8	15	5	5	15	25	180.352	92225.45455
0.023	4518.8	15	5	5	15	25	180.752	88411.30435

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE N° S0090112
LABORATORIO SEGENMA

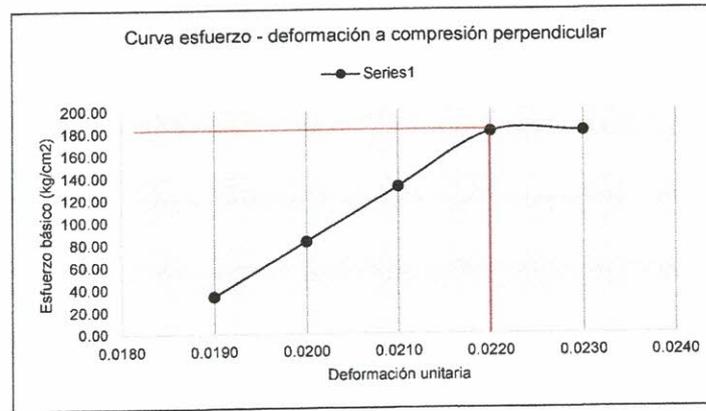
REPORTE DE ENSAYO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO NTP 251.016

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (NTP 251.016)

$$MOE = \frac{P' \times D}{A \times Y}$$

DONDE:
MOE= MODULO DE ELASTICIDAD
A= SUPERFICIE DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA
P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
D= DISTANCIA ENTRE ABRAZADERAS
Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



PROBETA M5Q5

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)			Distancia entre abrazaderas (D)	Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)				
0.019	855.96	15	5.1	5	15	33.56705882	26500.3096	
0.02	2106.21	15	5.1	5	15	82.59647059	46460.51471	
0.021	3356.46	15	5.1	5	15	131.6258824	70513.86555	
0.022	4606.71	15	5.1	5	15	180.6552941	92380.54813	
0.023	4616.71	15	5.1	5	15	181.047451	88555.81841	

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
 CODIGO OSCE Nº S0090112
 LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD -NTP 251.010

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

III. ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 251.010)

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD PAARA MEDRA PINUS RADIATA

. Muestras de: 5 cm x 5 cm x 15 cm

. Según la NTP.251.010, se utilizo la siguiente fórmula para hallar el contenido de humedad.

$$CH\% = 1 + \frac{m1-m2}{m2} \times 100$$

Donde:

m1 : masa en gramos de la muestra antes del secado en la estufa.

m2 : masa en gramos de la muestra después del secado en la estufa.

PROBETA	PESO DE LA MUESTRA ANTES DEL SECADO (gr)-m1	PESO DE LA MUESTRA DESPUES DEL	TIEMPO (HORAS-SEGÚN NTP.	T°C (SEGÚN NTP. 251.010)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M1Q1	429.81	358.26	3	103	19.97
M1Q2	418.66	349.35	3	103	19.84
M1Q3	412.59	342.56	3	103	20.44
M1Q4	414.91	346.44	3	103	19.76
M1Q5	426.08	353.51	3	103	20.53

M1Q1 = M1 es el número de la muestra Q1,2,3,4,5 = Son de los diferentes árboles que se extrajo la muestra

LEYENDA: Los ensayos para el contenido de humedad se realizo con probetas de 5x5x15 cm (ensayos de compresion perpendicular)

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



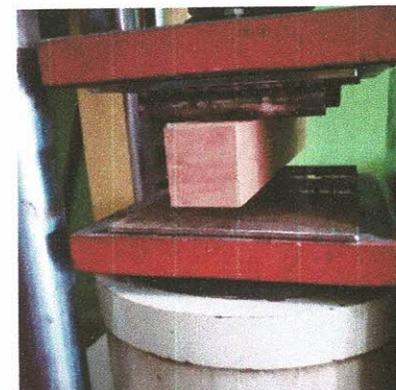
Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 – PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
 CODIGO OSCE Nº 50090112
 LABORATORIO SEGENMA

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

IV. PANEL FOTOGRAFICO

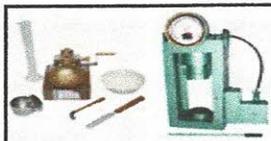


Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidaservas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE N° S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA NTP 251.017

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

I. ENSAYO DE FLEXION ESTATICA (NTP 251.017)

PROBETA	DIMENSIONES (cm)				AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA		RESISTENCIA MAXIMA	
	LARGO	ANCHO	ALTO	LONG. EFECTIVA		KN	KG	KG/CM ²	Mpa
M1Q1	38.00	2.51	2.51	23.00	6.30	16.66	1699.57	269.77	26.46
M2Q2	38.00	2.52	2.52	23.00	6.35	15.96	1628.13	256.38	25.15
M3Q3	38.00	2.50	2.51	23.00	6.28	16.08	1640.36	261.41	25.64
M4Q4	38.00	2.51	2.51	23.00	6.30	15.80	1611.86	255.85	25.10
M5Q5	38.00	2.52	2.51	23.00	6.33	16.30	1662.86	262.89	25.79

M1Q1 = M1 es el número de la muestra Q1,2,3,4,5 = Son de los diferentes árboles que se extrajo la muestra

LEYENDA: Los ensayos para flexion estatica se realizo con probetas de 38x2.50x2.50 cm bajo el metodo Secundario

El laboratorio no ha intervenido en la toma de las muestras ni en la preparacion de los testigos de madera ; solo se ha limitado a ensayarlos a la flexion estatatica, por lo tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicho testigo.

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA NTP 251.017

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

PROYECTO:

UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)

$$MOE = \frac{P' \times L^2}{4 \times a \times e^2 \times Y}$$

DONDE:

MOE= MODULO DE ELASTICIDAD

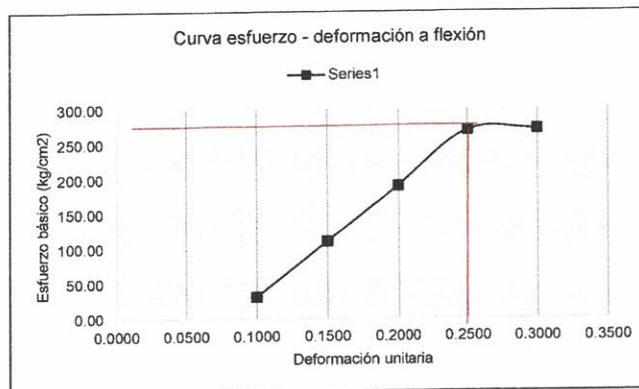
a= ANCHO DE LA PROBETA

e= ESPESOR DE LA PROBETA

P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL

L= LONGITUD EFECTIVA

Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



PROBETA M1Q1

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)				Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)	Longitud efectiva (L)			
0.1	198.82	38	2.51	2.51	23	6.3001	31.5582292	16627.7921
0.15	699.07	38	2.51	2.51	23	6.3001	110.961731	38976.59733
0.2	1199.32	38	2.51	2.51	23	6.3001	190.365232	50150.99994
0.25	1699.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	269.768734	56855.64151
0.3	1709.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	271.35601	47658.4759

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904



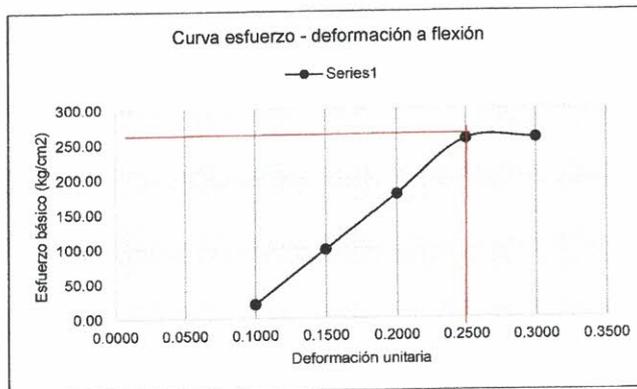
REPORTE DE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA NTP 251.017

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)

$$MOE = \frac{P' \times L^2}{4 \times a \times e^2 \times Y}$$

DONDE:
 MOE= MODULO DE ELASTICIDAD
 a= ANCHO DE LA PROBETA
 e= ESPESOR DE LA PROBETA
 P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
 L= LONGITUD EFECTIVA
 Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



PROBETA M2Q2

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)				Área de sección (cm ²)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)	Longitud efectiva (L)			
0.1	198.82	38	2.51	2.51	23	6.3001	31.5582292	16627.7921
0.15	699.07	38	2.51	2.51	23	6.3001	110.961731	38976.59733
0.2	1199.32	38	2.51	2.51	23	6.3001	190.365232	50150.99994
0.25	1699.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	269.768734	56855.64151
0.3	1709.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	271.35601	47658.4759

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE

RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI

Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484

CODIGO OSCE N° S0090112

LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA NTP 251.017

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

PROYECTO:

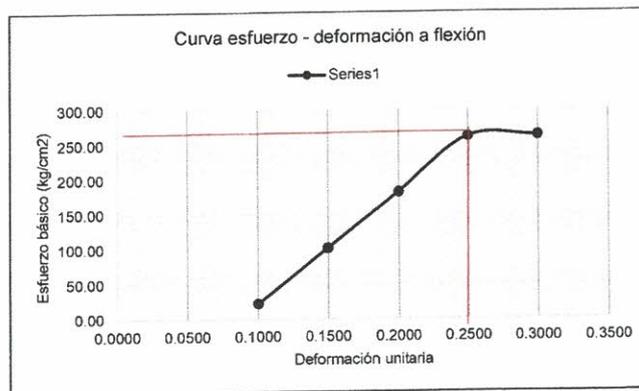
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)

$$MOE = \frac{P' \times L^2}{4 \times a \times e^2 \times Y}$$

DONDE:
 MOE= MODULO DE ELASTICIDAD
 a= ANCHO DE LA PROBETA
 e= ESPESOR DE LA PROBETA
 P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
 L= LONGITUD EFECTIVA
 Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



PROBETA M3Q3

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)				Área de sección (cm²)	Resistencia máxima (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)	Longitud efectiva (L)			
0.1	198.82	38	2.51	2.51	23	6.3001	31.5582292	16627.7921
0.15	699.07	38	2.51	2.51	23	6.3001	110.961731	38976.59733
0.2	1199.32	38	2.51	2.51	23	6.3001	190.365232	50150.99994
0.25	1699.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	269.768734	56855.64151
0.3	1709.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	271.35601	47658.4759

revisado con

Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales

Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA NTP 251.017

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)

$$MOE = \frac{P' \times L^2}{4 \times a \times e^2 \times Y}$$

DONDE:

MOE= MODULO DE ELASTICIDAD

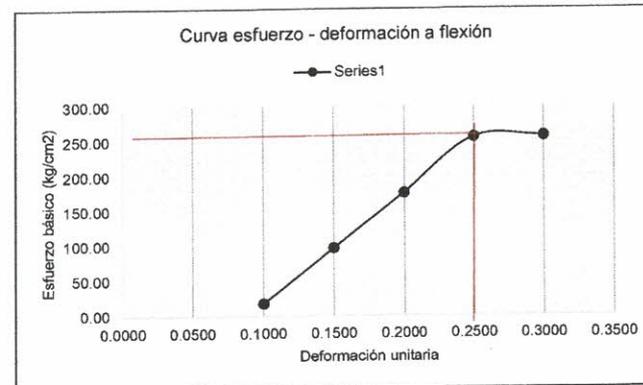
a= ANCHO DE LA PROBETA

e= ESPESOR DE LA PROBETA

P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL

L= LONGITUD EFECTIVA

Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



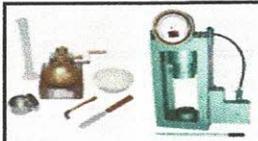
PROBETA M4Q4

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)				Área de sección (cm2)	Resistencia máxima (Kg/cm2)	Módulo de elasticidad (kg/cm2)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)	Longitud efectiva (L)			
0.1	198.82	38	2.51	2.51	23	6.3001	31.5582292	16627.7921
0.15	699.07	38	2.51	2.51	23	6.3001	110.961731	38976.59733
0.2	1199.32	38	2.51	2.51	23	6.3001	190.365232	50150.99994
0.25	1699.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	269.768734	56855.64151
0.3	1709.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	271.35601	47658.4759

Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidaservas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE Nº S0090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE FLEXION ESTATICA NTP 251.017

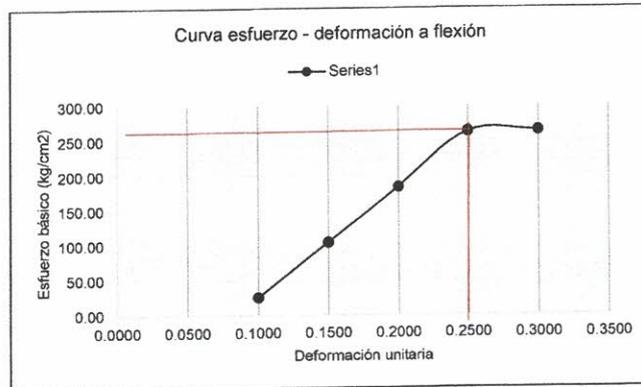
SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

II. MODULO DE ELASTICIDAD A FLEXIÓN ESTÁTICA (NTP 251.017)

$$MOE = \frac{P' \times L^2}{4 \times a \times e^2 \times Y}$$

DONDE:

MOE= MODULO DE ELASTICIDAD
a= ANCHO DE LA PROBETA
e= ESPESOR DE LA PROBETA
P'= CARGA AL LÍMITE PROPORCIONAL
L= LONGITUD EFECTIVA
Y= DEFORMACIÓN AL LÍMITE PROPORCIONAL



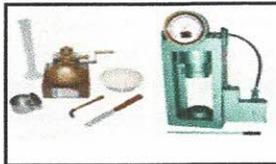
PROBETA M5Q5

Deformación unitaria (cm/cm)	Carga máxima (kg)	Dimensiones (cm)				Área de sección (cm2)	Resistencia máxima (Kg/cm2)	Módulo de elasticidad (kg/cm2)
		Largo	Ancho (a)	Alto (e)	Longitud efectiva (L)			
0.1	198.82	38	2.51	2.51	23	6.3001	31.5582292	16627.7921
0.15	699.07	38	2.51	2.51	23	6.3001	110.961731	38976.59733
0.2	1199.32	38	2.51	2.51	23	6.3001	190.365232	50150.99994
0.25	1699.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	269.768734	56855.64151
0.3	1709.57	38	2.51	2.51	23	6.3001	271.35601	47658.4759

comidas
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
Ca. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOPI
Email: leonidaservas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
CODIGO OSCE N° 50090112
LABORATORIO SEGENMA

REPORTE DE ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD -NTP 251.010

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

III. ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 251.010)

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD PARA MEDRA PINUS RADIATA

. Muestras de: 38 cm x 2.50cm x 2.50cm

. Según la NTP.251.010, se utilizo la siguiente fórmula para hallar el contenido de humedad.

$$CH\% = 1 + \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Donde:

m_1 : masa en gramos de la muestra antes del secado en la estufa.

m_2 : masa en gramos de la muestra después del secado en la estufa.

PROBETA	PESO DE LA MUESTRA ANTES DEL SECADO (gr)-m1	PESO DE LA MUESTRA DESPUES DEL	TIEMPO (HORAS- SEGÚN NTP.	T°C (SEGÚN NTP. 251.010)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M1Q1	1275.29	990.12	3	103	28.80
M1Q2	1275.18	985.45	3	103	29.40
M1Q3	1286.24	986.26	3	103	30.42
M1Q4	1269.54	978.58	3	103	29.73
M1Q5	1278.31	992.14	3	103	28.84

M1Q1 = M1 es el número de la muestra Q1,2,3,4,5 = Son de los diferentes árboles que se extrajo la muestra

LEYENDA: Los ensayos para el contenido de humedad se realizo con probetas de 38x2.50x2.50 cm (ensayo de flexion estatica)

Leonidas
Leonidas Murga Vasquez
TÉCNICO LABORATORISTA



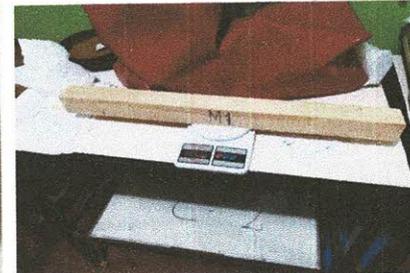
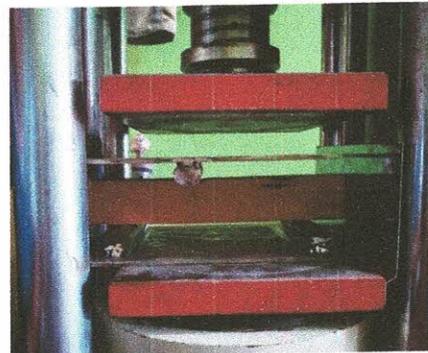
Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
C.I.P 246904



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ca. BRITALDO GONZALES Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RESOLUCION Nº 001083-2009/DSD-INDECOPI
 Email: leonidasmvas@hotmail.com RPM #947009877 TELEF. 074-456484
 CODIGO OSCE Nº 50090112
 LABORATORIO SEGENMA

SOLICITADO: VÁSQUEZ BECERRA REYNER
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA", CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021
PROYECTO:
UBICACION: CENTRO POBLADO: SANTA CLARA DISTRITO: CHALAMARCA PROVINCIA: CHOTA DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: Febrero del 2022

IV. PANEL FOTOGRAFICO



Leonidas Murga Vasquez
Leonidas Murga Vasquez
 TÉCNICO LABORATORISTA



Miguel Ángel Ruiz Perales
Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P 246904



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REPORTE DE ENSAYOS MADERA – 001 -2022



SOLICITANTE: REYNER VÁSQUEZ BECERRA.

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA “PINUS RADIATA”, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

CONDICIÓN: Muestras puestas en laboratorio

OBSERVACIÓN DE MUESTRAS: Muestras húmedas, variabilidad de sección en muestras, desalineación de perforaciones; acondicionamiento a medidas según norma de ensayo. Las áreas de sección se utilizaron valores promedios según tipo de ensayo y medidas de muestras puestas en laboratorio.

NORMA DE ENSAYO: Norma técnica peruana (NTP)

EQUIPO: Maquina de ensayos universales – 60 Tn



Fig. N°1. Muestras de madera *Pinus Radiata*, puestas en laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA (NTP 251.085)

Tabla N°1. Datos obtenidos de ensayo a tensión paralela a la fibra

Código de muestra	Fuerza de ruptura (KN)	Área de Sección (mm ²)	Tensión de ruptura (MPa)
1	6.54	100	65.4
2	5.46	100	54.6
3	5.11	100	51.1
4	5.32	100	53.2
5	5.74	100	57.4

ENSAYO DE TENSIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA (NTP 251.086)

Tabla N°2. Datos obtenidos de ensayo de tensión perpendicular a la fibra

Código de muestra	Fuerza de ruptura (KN)	Área de Sección (mm ²)	Tensión de ruptura (MPa)
1	2.20	1250	1.76
2	2.31	1250	1.84
3	2.25	1250	1.80
4	2.28	1250	1.82
5	2.32	1250	1.86

ENSAYO DE CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO (NTP 251.013)

Tabla N°3. Datos obtenidos de ensayo de Cizallamiento paralelo al grano

Código de muestra	Fuerza de ruptura (KN)	Área de Sección (mm ²)	Tensión de ruptura (MPa)
1	7.8	2500	3.12
2	7.64	2500	3.056
3	8.24	2500	3.296
4	8.1	2500	3.24
5	7.96	2500	3.184



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

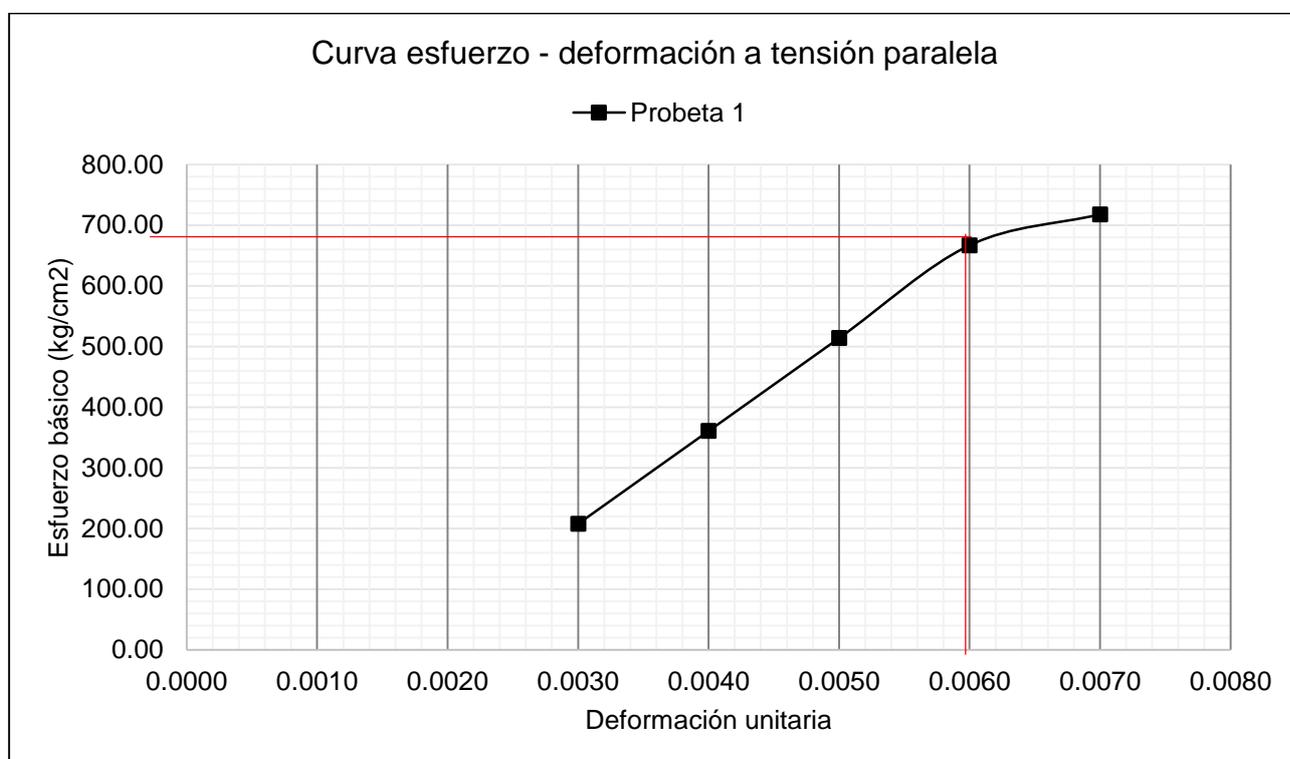
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MÓDULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA

Tabla N°4. Datos obtenidos de la muestra N° 1

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.0030	208.02	69,340.7
0.0040	360.98	90,244.9
0.0050	513.94	102,787.4
0.0060	666.89	111,149.0
0.0070	717.88	102,554.3



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

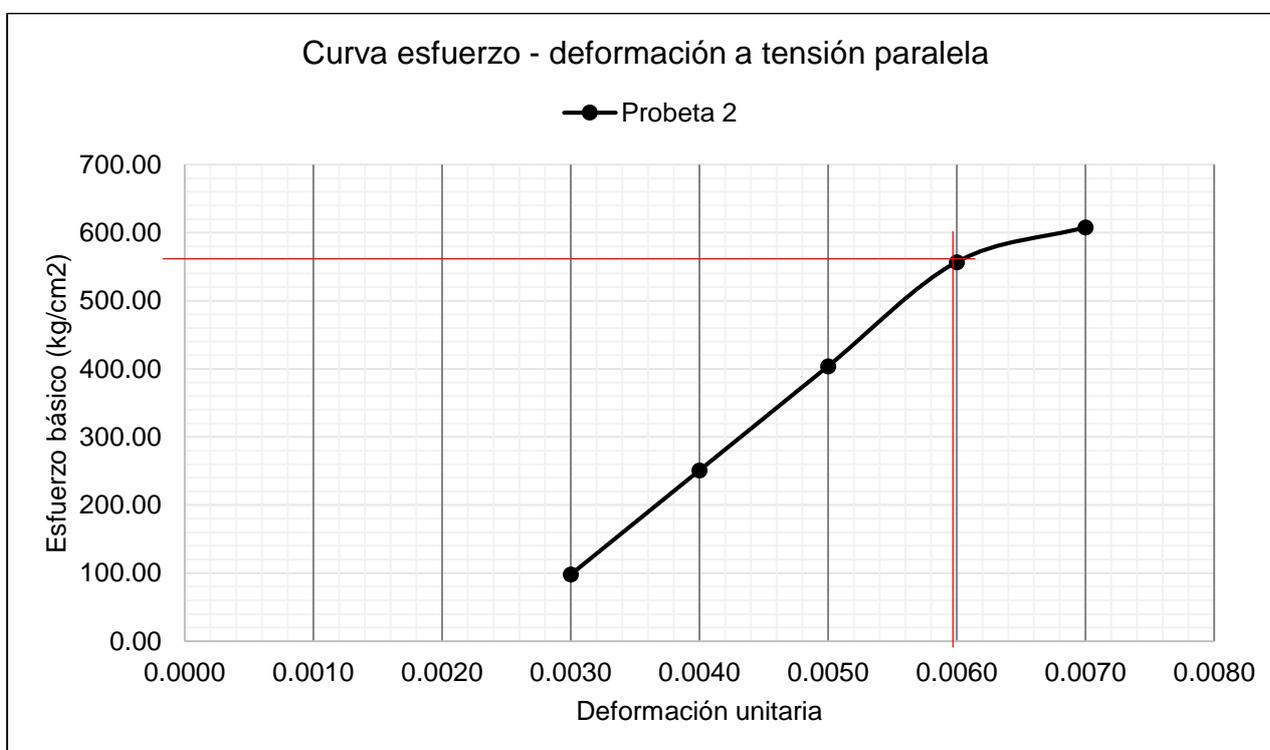
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MÓDULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA

Tabla N°5. Datos obtenidos de la muestra N° 2

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.0030	97.89	32,630.9
0.0040	250.85	62,712.5
0.0050	403.81	80,761.5
0.0060	556.76	92,794.2
0.0070	607.75	86,821.5



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

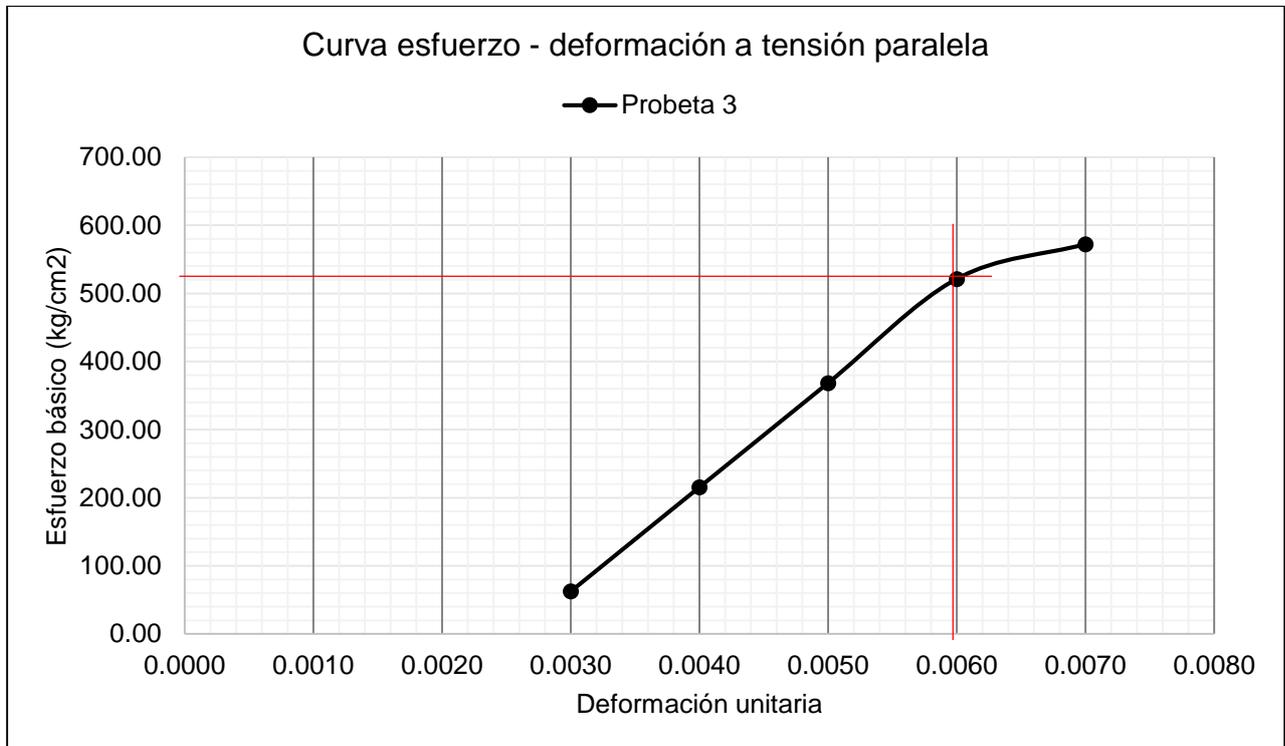
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MÓDULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA

Tabla N°6. Datos obtenidos de la muestra N° 3

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.0030	62.20	20,734.2
0.0040	215.16	53,790.0
0.0050	368.12	73,623.5
0.0060	521.07	86,845.8
0.0070	572.06	81,723.0



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

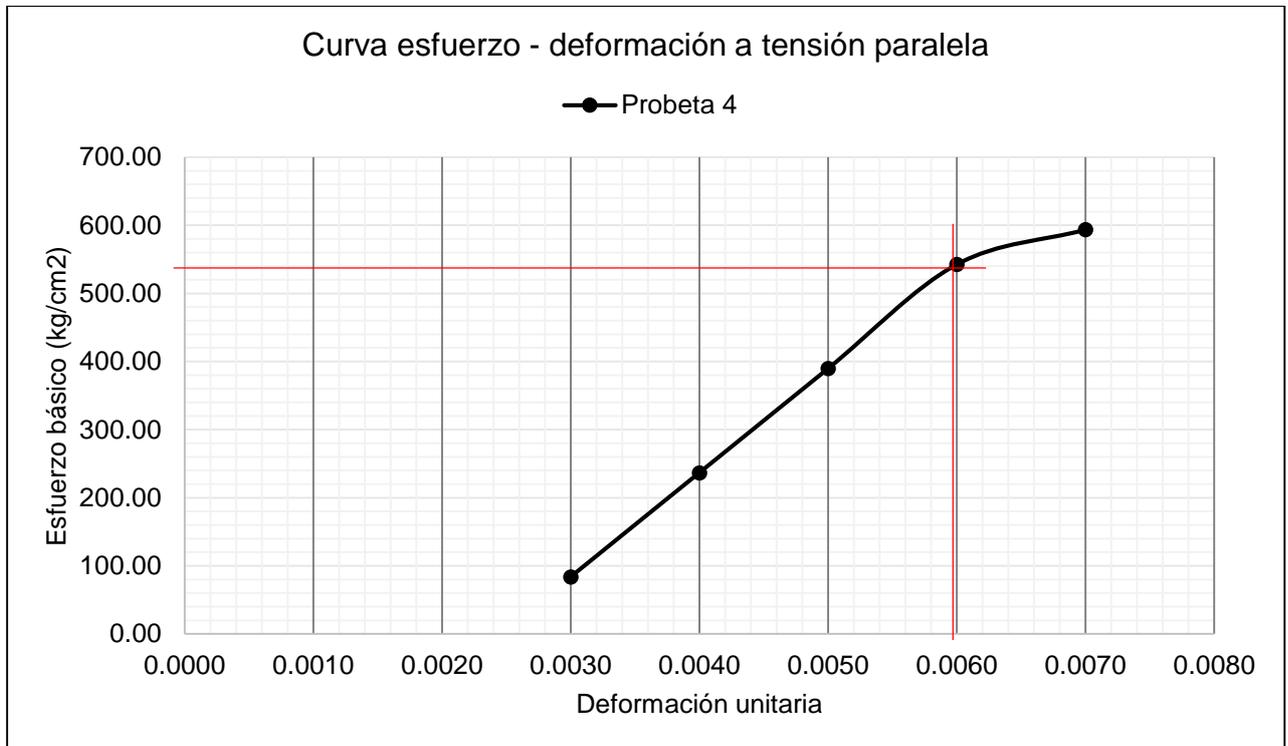
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MÓDULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA

Tabla N°7. Datos obtenidos de la muestra N° 4

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.0030	83.62	27,872.2
0.0040	236.57	59,143.5
0.0050	389.53	77,906.3
0.0060	542.49	90,414.8
0.0070	593.47	84,782.1



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

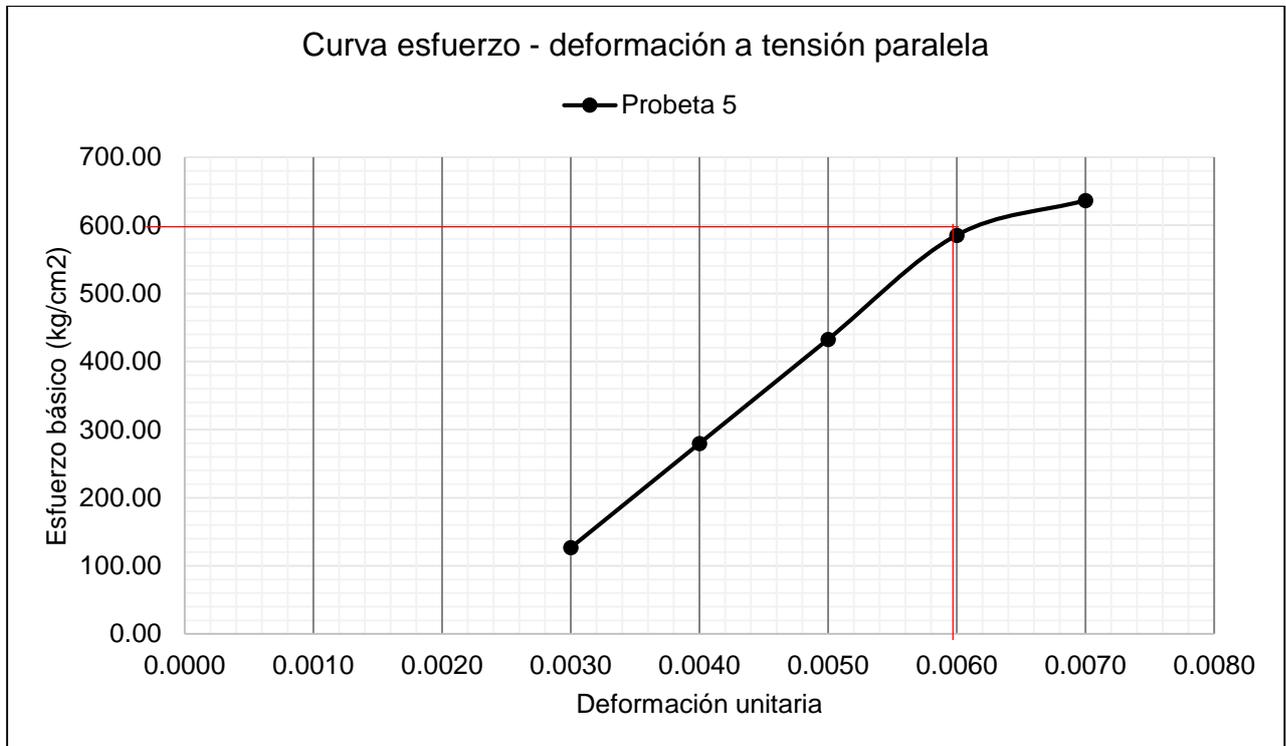
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MÓDULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA

Tabla N°8. Datos obtenidos de la muestra N° 5

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.0030	126.44	42,148.3
0.0040	279.40	69,850.5
0.0050	432.36	86,471.9
0.0060	585.32	97,552.8
0.0070	636.30	90,900.4



H. Alvarado Quintana

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

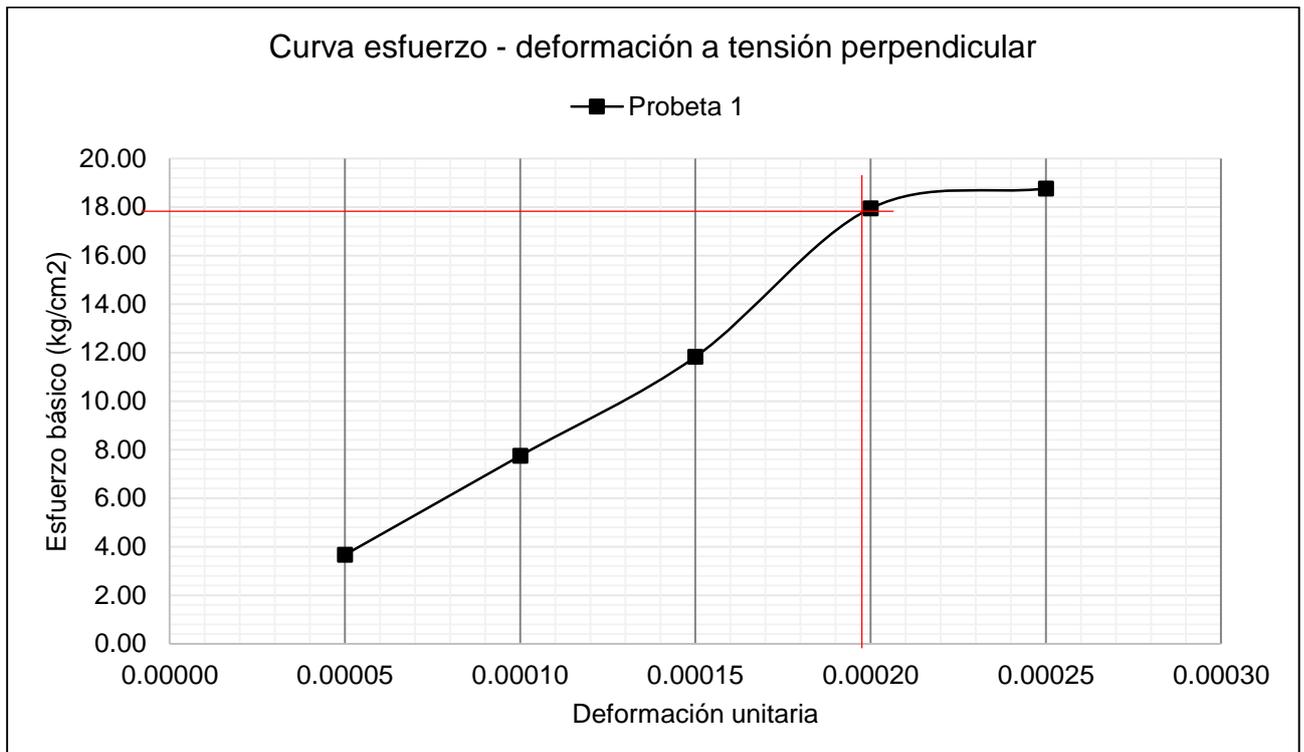
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA

Tabla N°9. Datos obtenidos de la muestra N° 1

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00005	3.67	73,419.6
0.00010	7.75	77,498.4
0.00015	11.83	78,858.0
0.00020	17.95	89,735.0
0.00025	18.76	75,051.1



H. Alvarado

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

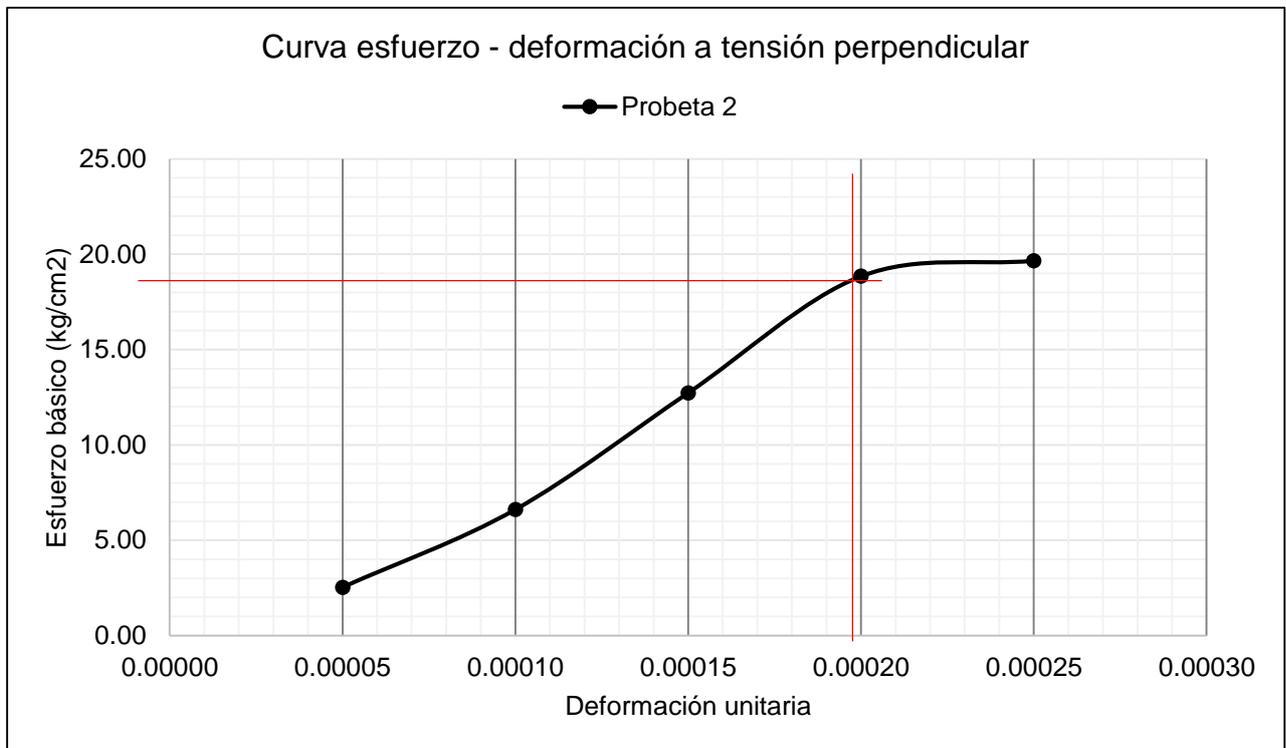
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA

Tabla N°10. Datos obtenidos de la muestra N° 2

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00005	2.53	50,577.9
0.00010	6.61	66,077.6
0.00015	12.73	84,840.4
0.00020	18.84	94,221.8
0.00025	19.66	78,640.5



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

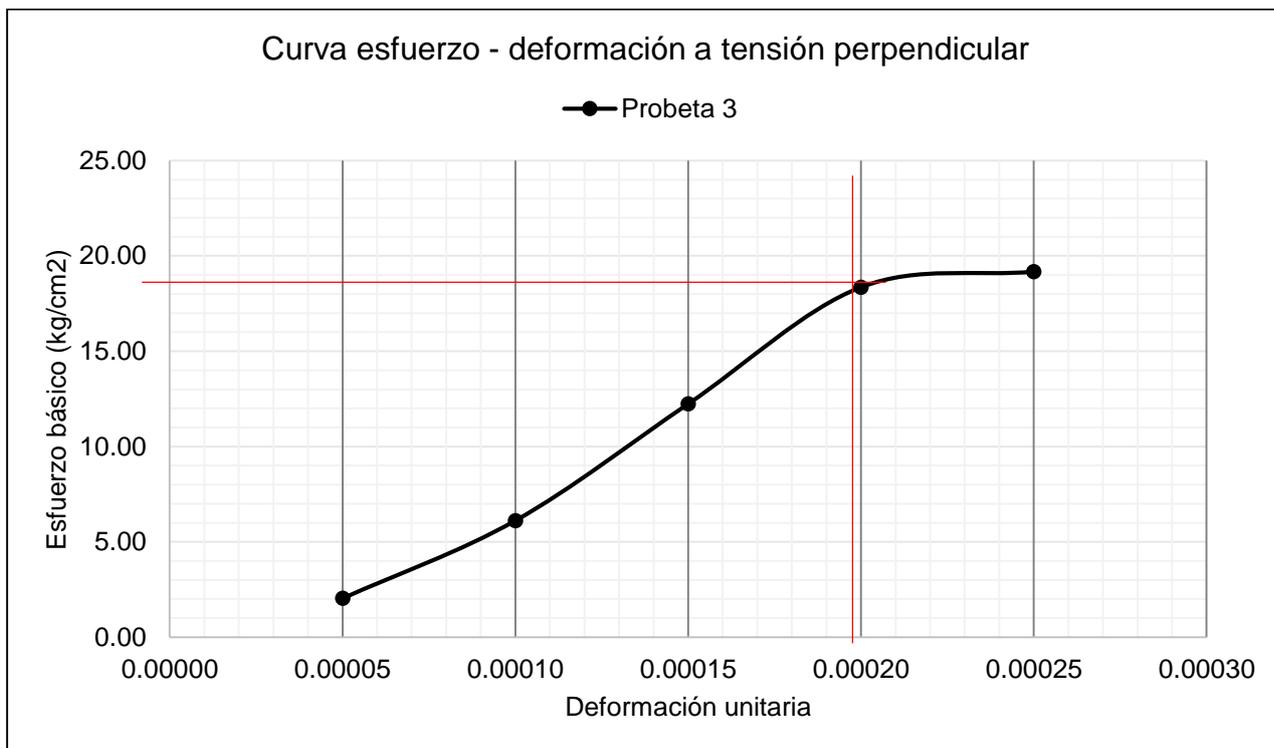
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA

Tabla N°11. Datos obtenidos de la muestra N° 3

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00005	2.04	40,788.6
0.00010	6.12	61,183.0
0.00015	12.24	81,577.3
0.00020	18.35	91,774.4
0.00025	19.17	76,682.6



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

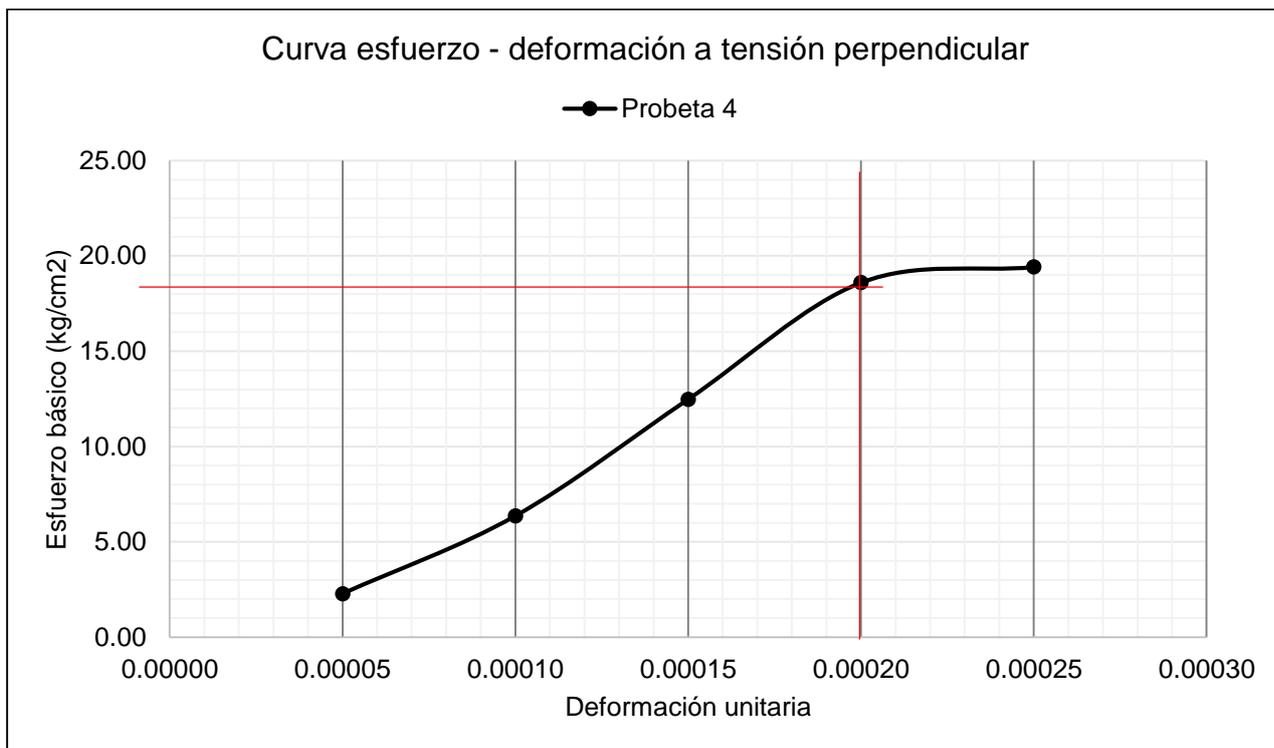
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA

Tabla N°12. Datos obtenidos de la muestra N° 4

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00005	2.28	45,683.3
0.00010	6.36	63,630.3
0.00015	12.48	83,208.8
0.00020	18.60	92,998.1
0.00025	19.42	77,661.6



Hernán Alvarado Quintana

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

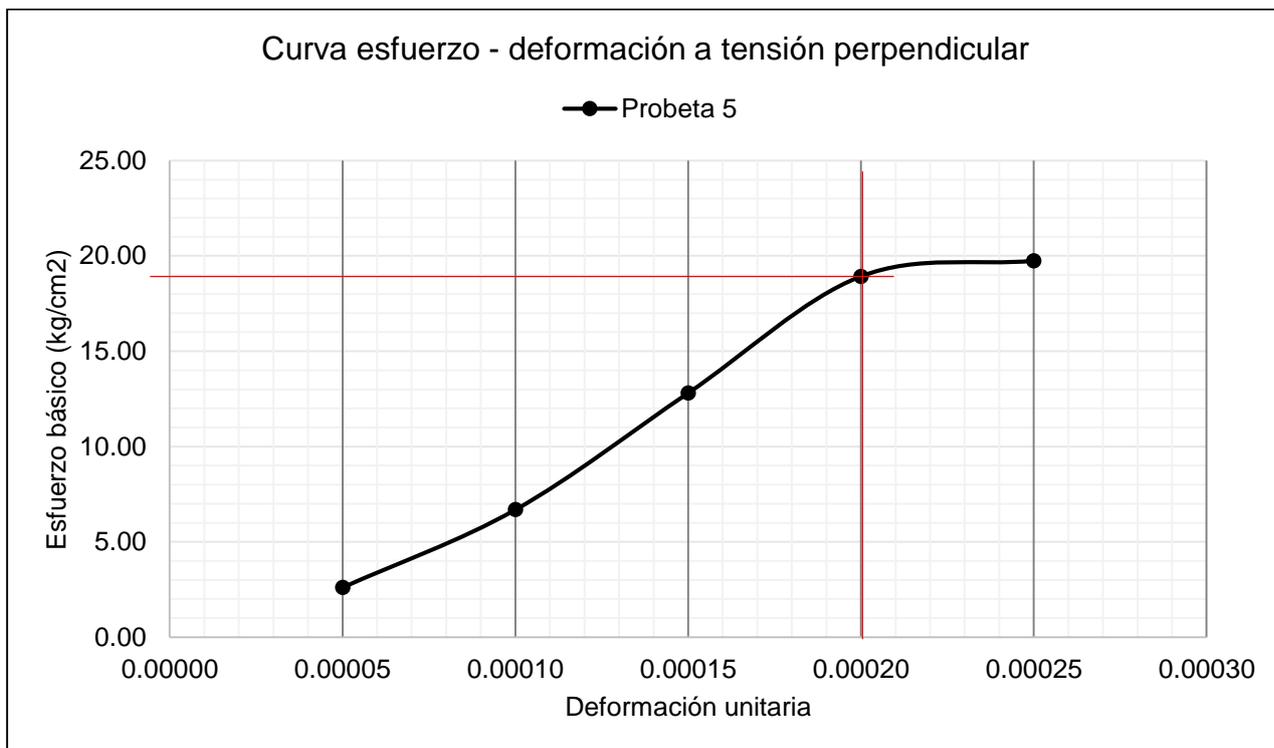
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A TENSIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA

Tabla N°13. Datos obtenidos de la muestra N° 5

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00005	2.61	52,209.5
0.00010	6.69	66,893.4
0.00015	12.81	85,384.2
0.00020	18.93	94,629.6
0.00025	19.74	78,966.8



Hernán Alvarado Quintana

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



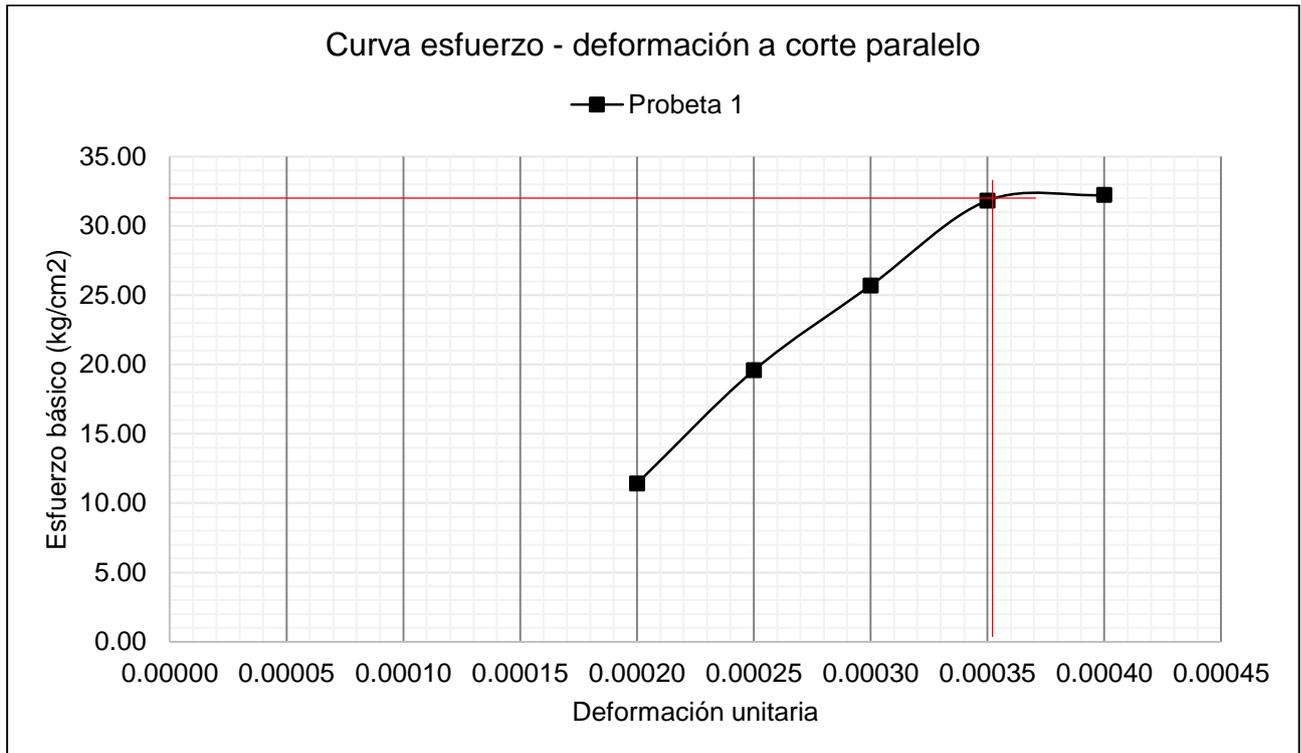
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO

Tabla N°14. Datos obtenidos de la muestra N° 1

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00020	11.42	57,104.1
0.00025	19.58	78,314.2
0.00030	25.70	85,656.1
0.00035	31.82	90,900.4
0.00040	32.22	80,557.6



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

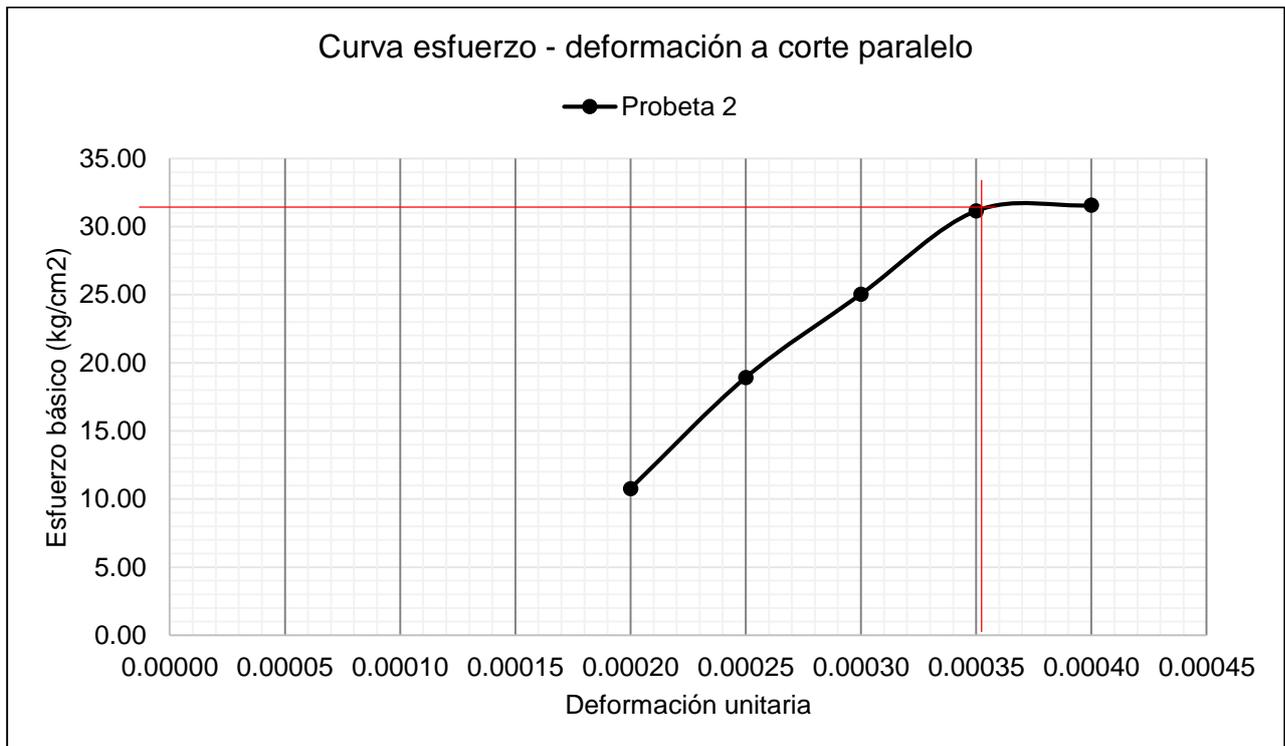
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO

Tabla N°15. Datos obtenidos de la muestra N° 2

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00020	10.77	53,841.0
0.00025	18.93	75,703.7
0.00030	25.04	83,480.7
0.00035	31.16	89,035.8
0.00040	31.57	78,926.0



H. Alvarado

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales

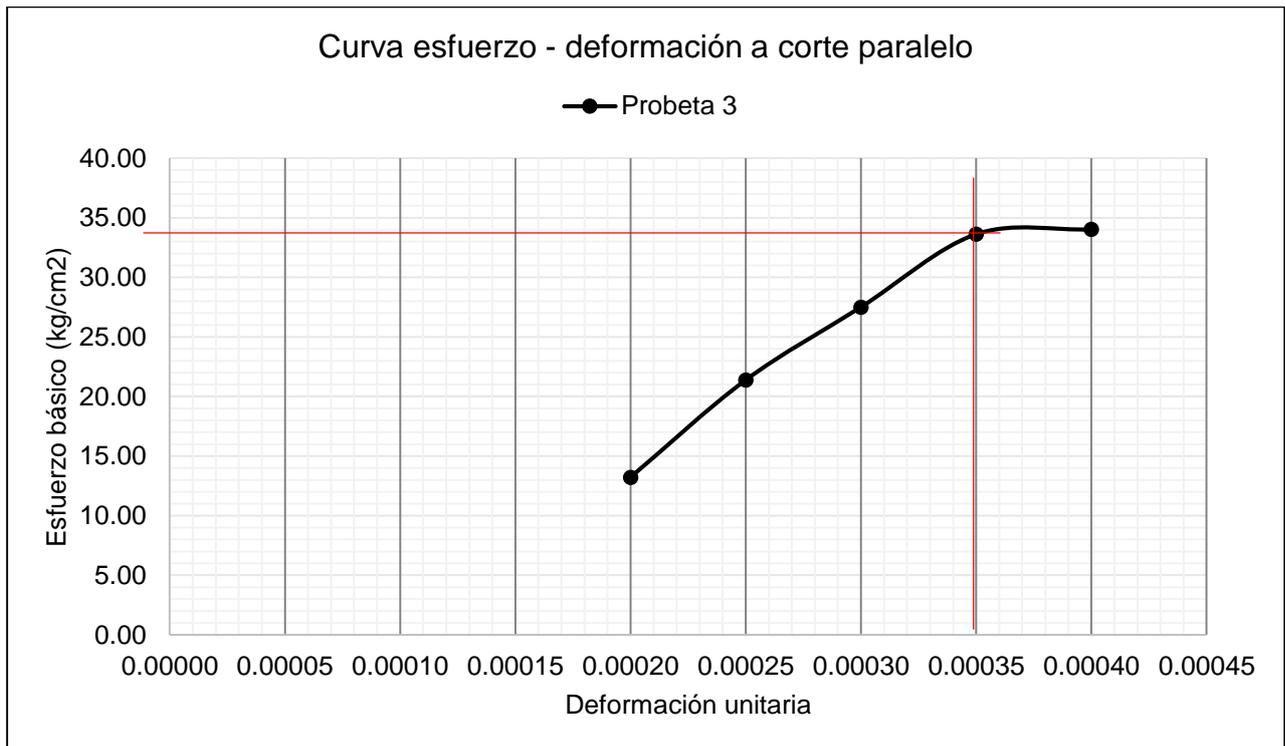


UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO
Tabla N°16. Datos obtenidos de la muestra N° 3

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00020	13.22	66,077.6
0.00025	21.37	85,493.0
0.00030	27.49	91,638.5
0.00035	33.61	96,028.1
0.00040	34.02	85,044.3



H. Alvarado

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

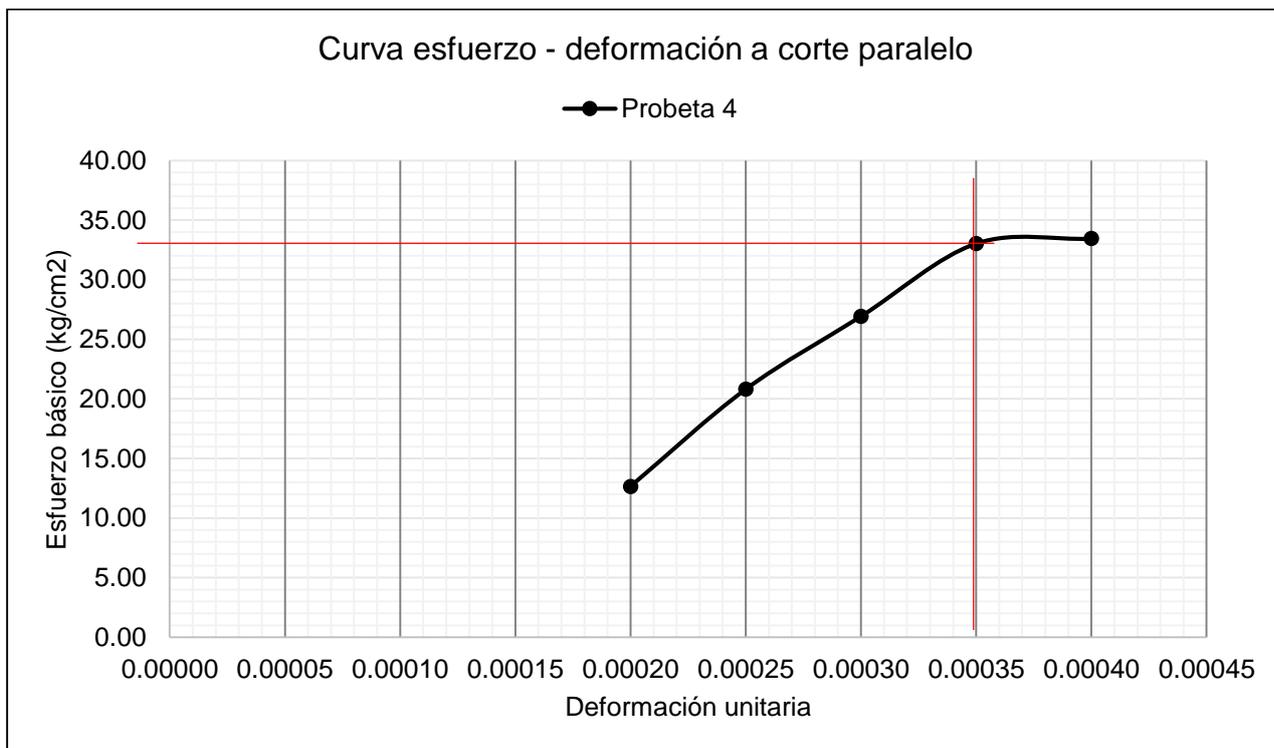
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO

Tabla N°17. Datos obtenidos de la muestra N° 4

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00020	12.64	63,222.4
0.00025	20.80	83,208.8
0.00030	26.92	89,735.0
0.00035	33.04	94,396.6
0.00040	33.45	83,616.7



H. Alvarado

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

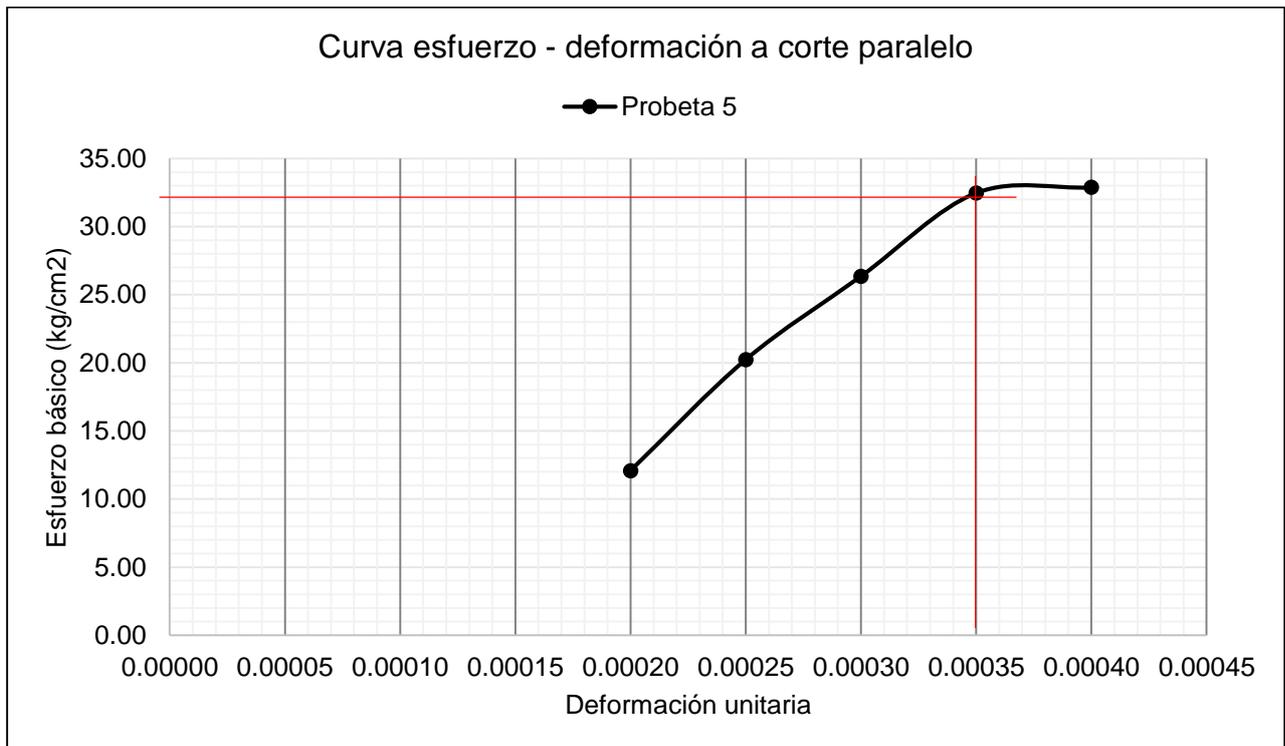
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

MODULO DE ELASTICIDAD A CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO

Tabla N°18. Datos obtenidos de la muestra N° 5

Deformación unitaria (cm/cm)	Resistencia máxima (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
0.00020	12.07	60,367.2
0.00025	20.23	80,924.7
0.00030	26.35	87,831.5
0.00035	32.47	92,765.0
0.00040	32.88	82,189.1



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS:



Fig. N°2. Muestras de madera *Pinus Radiata*, ensayo de tensión paralela a la fibra Vista frontal



Fig. N°3. Muestras de madera *Pinus Radiata*, ensayo de tensión paralela a la fibra Vista lateral.



H. Alvarado

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales



Fig. N°4. Muestras de madera *Pinus Radiata*, ensayo de tensión paralela a la fibra; antes y después de ensayo.

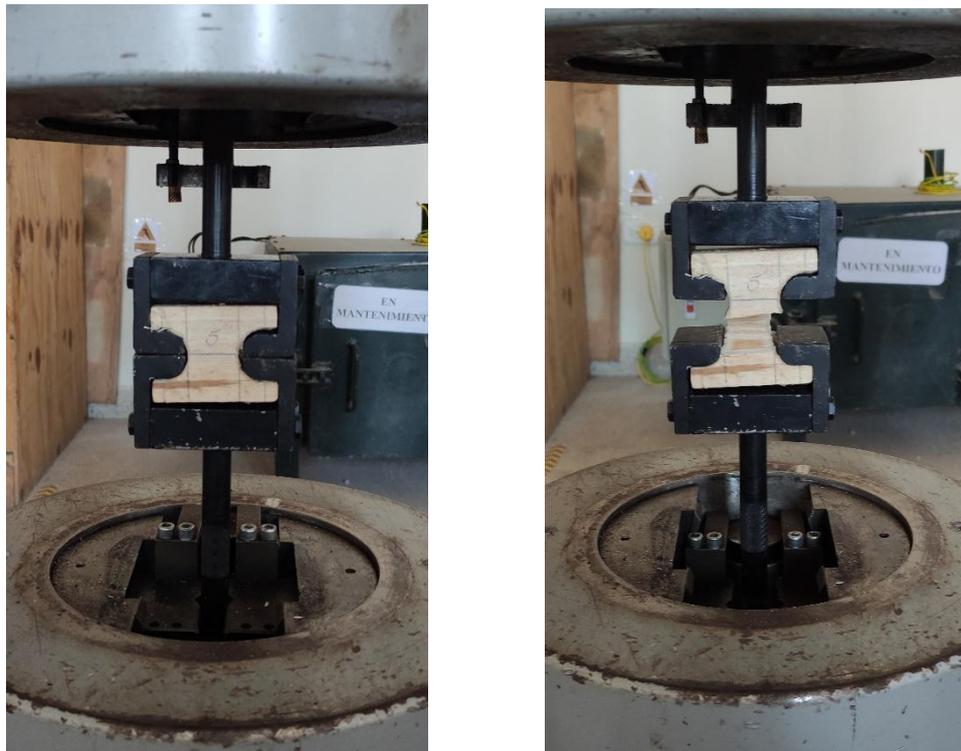


Fig. N°5. Muestras de madera *Pinus Radiata*, ensayo de tensión paralela a la fibra; antes y después de ensayo.



H. Alvarado

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales
(044-633952)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales



Fig. N°6. Muestras de madera *Pinus Radiata*, ensayo de tensión perpendicular a la fibra



Hernán Alvarado Quintana

Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales



Fig. N°7. Muestras de madera *Pinus Radiata*, ensayo de cizallamiento paralelo al grano.



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

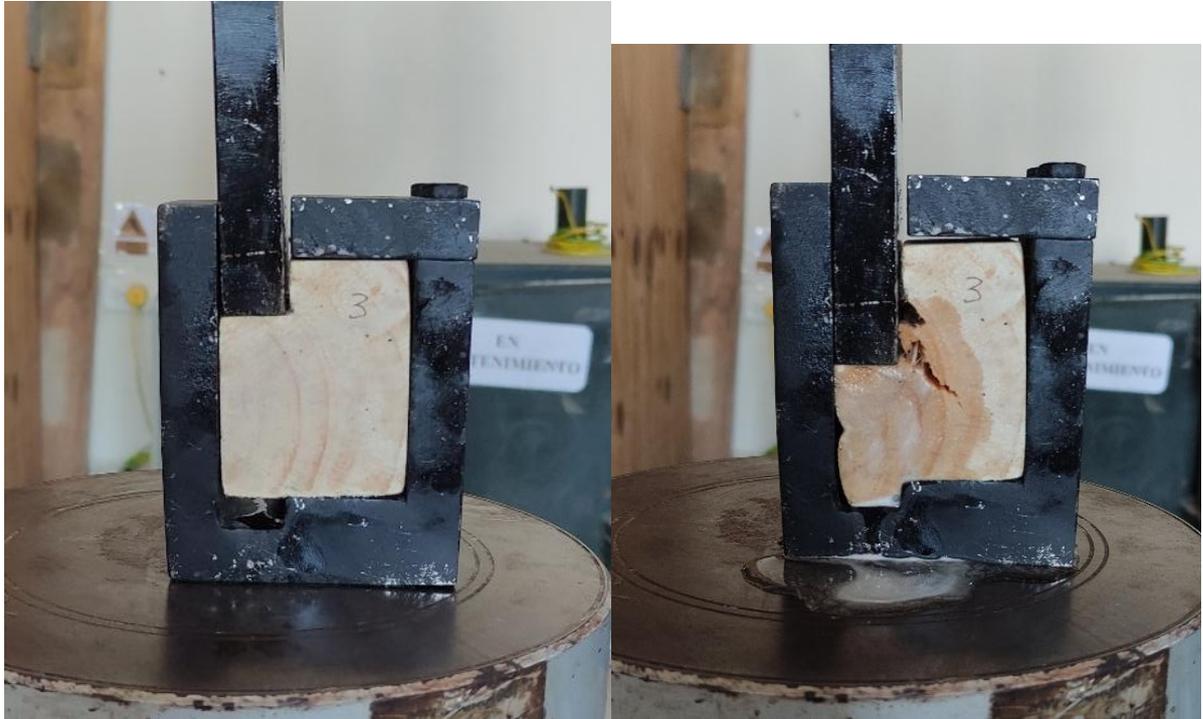


Fig. N°8. Muestras de madera *Pinus Radiata*, ensayo de cizallamiento paralelo al grano; antes y después de ensayo.

JMC. Sec.
C.C. Archivo



Dr. HERNÁN ALVARADO QUINTANA

Director del Departamento de
Ingeniería de Materiales

Anexo F. Diseño estructural en madera



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021



MEMORIA DE CALCULO

Normas Usadas y Reglamantos, Manuales.

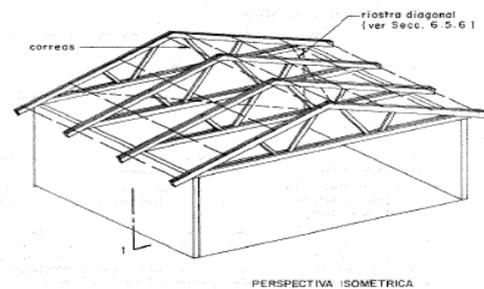
a) E .010. Reglamento de Madera



b) E .020. Reglamento de Cargas



c) Manual de Diseño de Grupo Andina.



Madera a utilizar

Nombre : **PINUS RADIATA**
Lugar : **C.P. SANTA CLARA, CHALAMARCA, CHOTA**

Grupo según los esfuerzos Admisibles

Grupo : **C**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021



PROPIEDADES FÍSICAS - MECANICAS

a) Grupo estructural

Según la normativa peruana de madera E0.10 en el artículo 5, el agrupamiento estructural esta basado en la densidad básica y la resistencia mecánica.

La madera: **PINUS RADIATA** Pertenece al grupo : **C**

Densidad Básica:

Grupo	Densidad Básica g/cm ³
C	0.40 a 0.55

Fuente: Norma E.010

Densidad Básica:

Grupo	Densidad Básica g/cm ³
C	0.50

Fuente: Elaboracion propia

Madera : **PINUS RADIATA**

Módulo de elasticidad:

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) (kg/cm ²)	
	E mínimo	E promedio
C	55000	90000

Fuente: Norma E.010

(*): Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) (kg/cm ²)	
	E mínimo	E promedio
C	55019.66	93306.23

Fuente: Elaboracion propia

Madera : **PINUS RADIATA**

Esfuerzos Admisibles

Grupo	Esfuerzos Admisibles (kg/cm ²)				
	Flexión (fm)	Tracción paralela (ft)	Compresión paralela (fc//)	Compresión Perpendicular (fc L)	Corte paralelo (fv)
C	100	75	80	15	8

Fuente: Norma E.010

(*): Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.

Esfuerzos Admisibles

Grupo	Esfuerzos Admisibles (kg/cm ²)				
	Flexión (fm)	Tracción paralela (ft)	Compresión paralela (fc//)	Compresión Perpendicular (fc L)	Corte paralelo (fv)
C	81.76	143.63	90.25	112.53	8.1

Fuente: Elaboracion propia

Madera : **PINUS RADIATA**

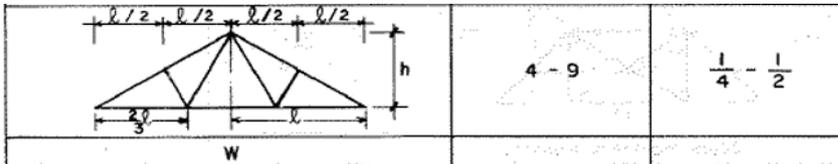
(*): Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.



SELECCIÓN DEL TIPO DE ARMADURA Y COBERTURA

a) Tipo de armadura.

La estructura tiene una luz entre sus apoyos de 3.0 m, la armadura adecuada para dicha luz es W, asimismo sus elementos diagonales trabajan en tracción, compresión y las montantes en compresión, lo que permite una buena distribución de los esfuerzos internos.



Fuente: Manual de diseño para maderas Grupo Andino

B) Tipo de Cobertura.

Nuestro techo que diseñamos estará expuesta netamente a cargas minimas para techos que la norma E.020 de cargas nos presenta, ya que en la zona del proyecto no hay nieve ni existe mucho viento, por lo que es suficiente utilizar una Cobertura de Teja Andina de 0.5mm y con dimensiones de 1.14mx0.72m.



Cobertura de Teja Andina

Fuente: Eternit

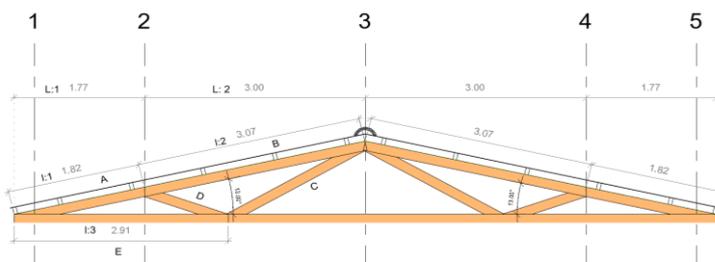
B) Idealización.

Para la idealización de la armadura se toma en cuenta la pendiente de 1/2 ósea con una inclinación de 23.1 grados, yaque para lugares donde existen lluvias moderadas como en nuestro caso, la inclinación mínima es de 13 grados como se muestra.

Pendiente

Zona	Pendiente Minima	Inclinación minima
Sin lluvias	12%	7°
Lluvias moderadas	30%	17°
Lluviosas	45%	25°

Fuente: Maestro



Pendiente 23.1° de nuestra armadura



DISEÑO DE CORREAS- FLEXIÓN

a) Propiedades Mecánicas de la Madera

Eprom	93306.23	Kg/cm ²	Módulo de Elasticidad
f_v	8.1	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible a corte
f_m	81.76	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible a flexion
f_{c L}	112.53	Kg/cm ²	Esfuerzo de compresión Perpendicular

b) Dimensiones sección Transversal

Asumiendo

b=	6.5 cm	3"	3"x 6"
h=	9 cm	6"	

c) Resistencia a flexión

σ_m = Esfuerzo actuante.

Verificación de Esfuerzo A flexión

M= 3641.97 kg. Cm Momento Flector por Combinacion de Servicio.

$\sigma_m = \frac{6 * M}{b * h^2}$ $\sigma_m = 41.5$ kg/cm²

$\sigma_m < f_m$ **cumple.**
41.503932 < 81.76

d) Verificacion de Esfuerzo a Corte.

τ = Esfuerzo de Corte.

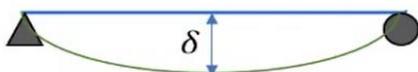
V= 74.38 kg.cm Cortante por Combinacion de Servicio

$r = \frac{3 * V}{2 * b * h}$

$\tau < f_v$ **cumple**
1.9071795 < 8.1

d) Deflexiones maximos admisibles.

la Norma E.010 menciona que las deflexiones deben ser verificadas para los siguiente casos



a). Combinación más desfavorable de cargas permanentes y sobrecargas de servicio.

b). Sobrecarga de servicio actuando solas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021

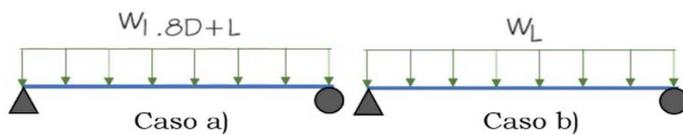


Limitacion de las deflexiones.

Carga actuante.	Para Techos Inclinados
Carga Permanete + sobrecarga de servicio.	L/200
Sobrecargas de servicio.	L/350

Fuente: Norma E.010

Al estimar las deflexiones máximas se deberá considerar que las deformaciones producidas por las cargas de aplicación permanente se incremente en un 80% (Deformaciones Diferidas)



Longitud y Deflexiones Elementos.

L= 290 cm Longitud entre caras de apoyo

Caso (a)

$\Delta_1 = 0.53$ cm Deflexiones Carga Permanente + sSobre carga de servicio(Carga Muerta)

Caso (b)

$\Delta_2 = 0.28$ cm Deflexiones por Sobrecarga (Carga Viva)

Deflexion admisible carga permanente

Deflexion admisible carga de servicio

Para carga total $\Delta_{max} < \frac{L}{200}$

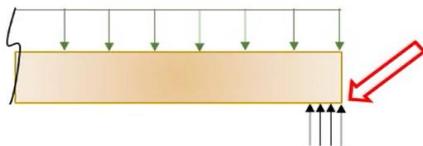
Para sobrecarga solamente $\Delta_{max} = \frac{L}{350}$

$\Delta_{max} = 1.45$ cm

$\Delta_{max} = 0.83$ cm

d) Resistencia al aplastamiento..

$\sigma_c =$ Esfuerzo actuante.



Reaccion = 59.96 kg

Correa:

$A_p = 58.5$ cm²

$\sigma_c = \frac{\text{Reaccion}}{A_p} = 1.025$

$\sigma_c < f_{cL}$ cumple
 1.02495726 < 112.53

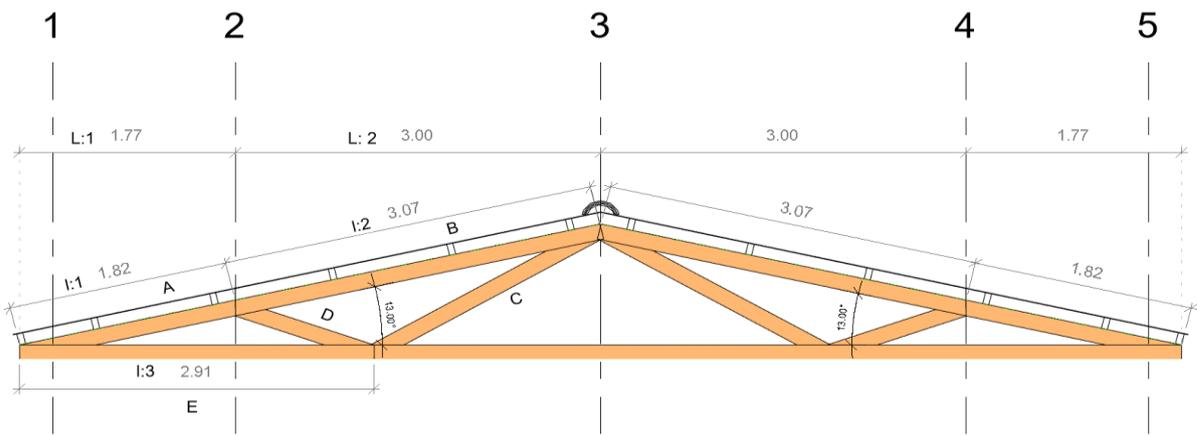


DISEÑO DE ARMADURAS

a) Propiedades Mecánicas de la Madera

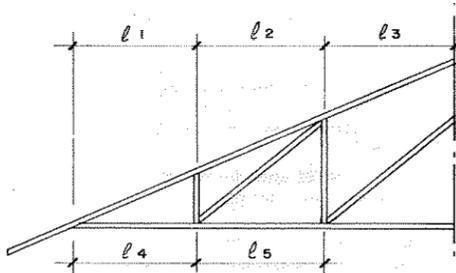
- E_{min} = 55020 Kg/cm² Módulo de Elasticidad
- f_v = 8.1 Kg/cm² Esfuerzo admisible a corte
- f_m = 81.76 Kg/cm² Esfuerzo admisible a flexion
- f_c = 90.25 Kg/cm² Esfuerzo admisible a compresión paralela

b) Dimensiones de la armadura



c) Longitudes.

Luces para el Cálculo de : L



L = mayor promedio de dos tramos consecutivos.

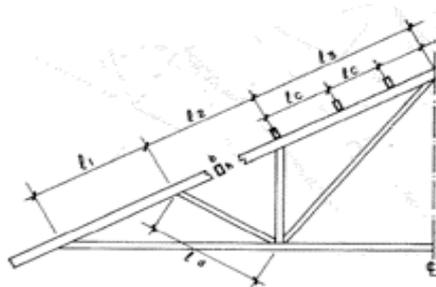
$$L = \frac{l_1 + l_2}{2} \quad \text{ó} \quad L = \frac{l_2 + l_3}{2}$$

L: Longitud Cordon Superior

L1: 1.77 m

L2: 3 m

Longitudes Efectivas: l



l: Longitud efectiva

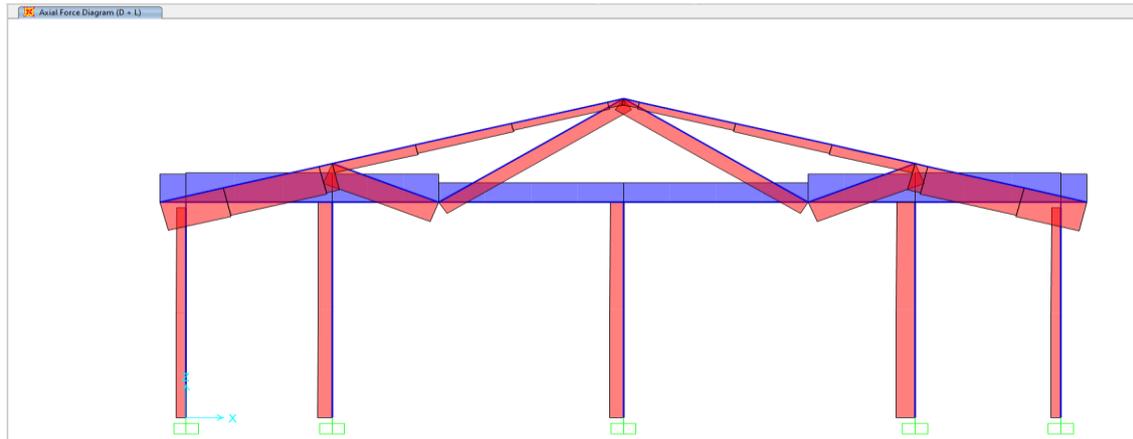
l1: 1.82 m

l2: 3.07 m

(*) Estas longitudes se trabajan de acuerdo a la barra que vas a diseñar.

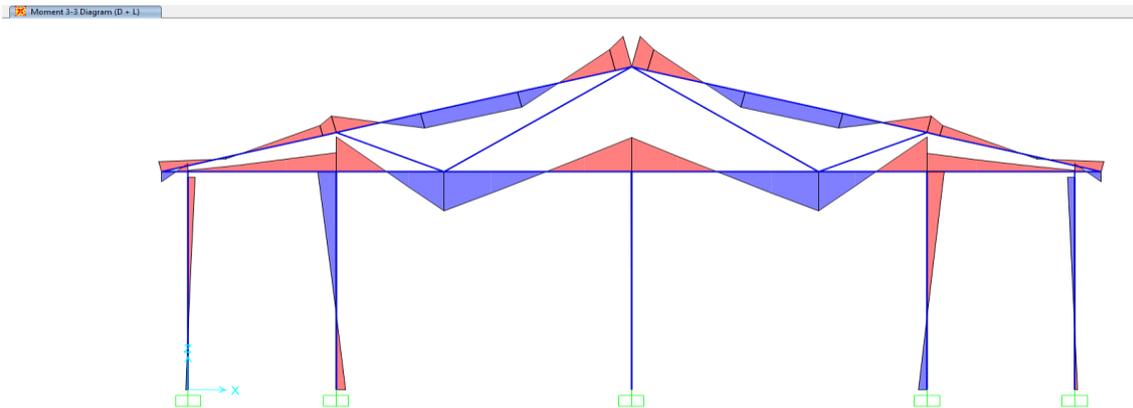


d) Resultado de fuerzas Axiales:



Fuente: Sap2000.

e) Resultados de Momento Flectores:



Fuente: Sap2000.

f) **Diseño para todas las barras superiores (Flexo - Compresión)**

En este caso se toma en referencia el tramo "A" debido a que ese elemento soporta un mayor esfuerzo.

Diseño de elemento - A : Flexo - Compresión.

- **Dimensiones sección Transversal.**

b= 9 cm 4" b: Base sección
h= 14 cm 6" 4"x 6" h: Altura sección

- **Propiedades Mecánicas.**

E_{min} = 55020 Kg/cm² Módulo de Elasticidad
f_c = 90.25 Kg/cm² Esfuerzo admisible a compresión paralela

- **Propiedades Geometricas de la Sección**

Área = 126 cm² Area
I_x = 2058 cm⁴ Inercia en Eje X
Z_x = 294 cm³ Módulo de sección Eje X



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021



- **↳ Cálculo de la esbeltez (λ).**

En un diseño por flexocompresión primero necesitamos calcular la longitud efectiva ya que la norma nos dice lo siguiente.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d}$$

donde :

l_{ef} = Longitud efectiva

d = es la altura de la sección: $h = 14$ cm

Fuente: Norma E.010

Longitud efectiva

el diseño de elementos sometidos a compresión o flexo-compresión debe hacerse tomado en cuenta su longitud efectiva.

$$l_{ef} = 0.4(l_1 + l_2) \quad \text{Fuente: Norma E.010}$$

Remplazamos

$$l_1 = 1.82 \text{ m}$$

$$l_2 = 3.07 \text{ m} \quad l_{ef} = 1.956 \text{ m}$$

Para elementos sometidos a cargas axiales de compresión:

La norma E.010 nos menciona, que la esbeltez debe cumplir lo siguiente

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d} \leq 50$$

$$\lambda = 13.97 \leq 50 \quad \text{OK}$$

- **↳ Cálculo de la carga admisible (N_{adm})**

Identificación de la columna

Columna corta: fallan por compresión o aplastamiento

$$\lambda < 10 \quad \text{No cumple}$$

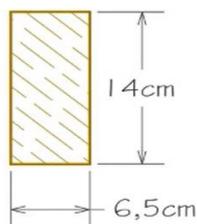
Columna intermedia: fallan por combinación de aplastamiento y pandeo.

$$C_k = 0.7025 \sqrt{\frac{E}{f_c}} = 17.345 \quad 10 < \lambda < C_k \quad \text{Cumple}$$

Carga Admisible:

$$N_{adm} = f_c A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right] = 9777.462439 \text{ Kg}$$

- **↳ Modulo de Sección**



$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$c = \frac{h}{2}$$

$$Z = \frac{bh^2}{6}$$

I: Momento de inercia de la sección.

Z: Módulo de sección.

b: Base de la sección.

h: Altura de la sección transversal.

c: Distancia del plano neutro a la fibra más alejada.

$$I = 2058 \text{ cm}^4$$

$$Z = 294 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección Eje X



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021



h) Diseño de la barra interior o montantes (Tracción)

En este caso se toma en referencia el tramo "C" debido a que ese elemento es la más crítica soporta un mayor esfuerzo. Se diseña la barra "C" : Tracción.

- Dimensiones sección Transversal.

b=	9 cm	4"	4"x 6"	b: Base sección
h=	14 cm	6"		h: Altura sección
Á=	126 cm ²			Á: Área
ld=	2 m			ld: Longitud de la barra

- Cálculo de la esbeltez (λ).

$$\text{Longitud efectiva} \quad l_{ef} = 0.8(ld)$$

$$l_{ef} = 1.6 \text{ m}$$

- Para elementos sometidos a cargas axiales de tracción:

La norma E.010 nos menciona, que la esbeltez debe cumplir lo siguiente

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d} \leq 80 \quad \lambda = 17.78 \leq 80 \quad \text{OK}$$

donde :

$$d = \text{es la base de la sección: } b = 0.090 \text{ m}$$

- Cálculo de la carga admisible (N_{adm})

$$N_{adm} = f_t \cdot A = 18097 \text{ Kg}$$

- Debe satisfacer la siguiente expresión.

$$N_{adm} \geq N \quad 18097 \geq 260.1 \quad \text{Ok cumple}$$

Usar sección de 4"x 6"

Se a diseñado las barras que se menciona a continuación:

Barras superiores: A y B. que tiene una sección de **4"x 6"**

Barras inferiores: E. que tiene una sección de **6"x 6"**

Barras interiores: C. que tiene una sección de **4"x 6"**

Barras interiores: D. que tiene una sección de **4"x 6"**

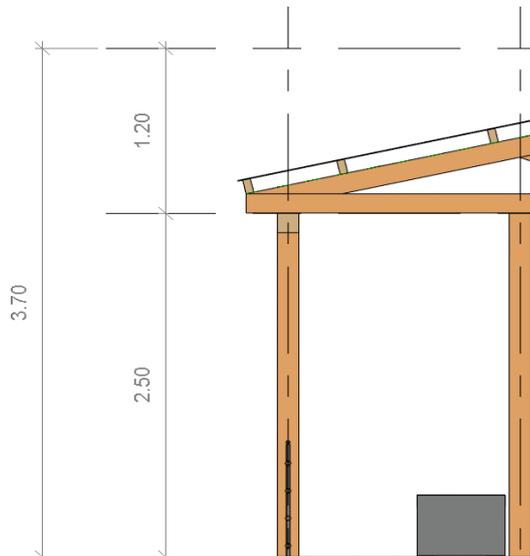


DISEÑO DE COLUMNAS

a) Propiedades Mecánicas de la Madera

- Emín = 55020 Kg/cm² Módulo de Elasticidad
- fm = 81.76 Kg/cm² Esfuerzo admisible a flexion
- fc = 90.25 Kg/cm² Esfuerzo admisible a compresión paralela

b) Dimensiones de los Pie Derechos.



L= Longitud de la Columna

L= 2.5 m

c) Longitudes Efectivas: l

TABLA 9.1 LONGITUD EFECTIVA

CONDICION DE APOYO	k	l _{ef}	
1. Articulado en ambos extremos.	1	l	
2. Empotrado en un extremo (prevención del desplazamiento y rotación) y el otro impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.2	1.2 l	
3. Empotrado en un extremo y el otro parcialmente impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.5	1.5 l	

Fuente: Manual andino de Madera .

Para este trabajo se utilizara la condicion numero "3"

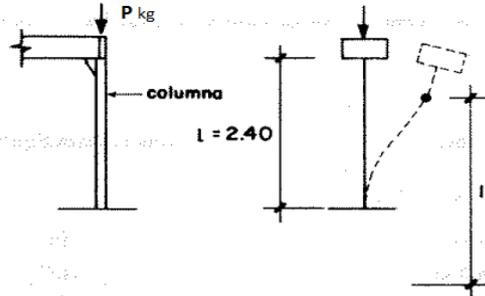
l_{ef} = 1.5 x L = 3.75

Donde:

l_{ef} = Longitud efectiva



d) **Diseño de columna.**



Fuente: Manual de Diseño de Grupo Andina.

f) **Diseño para todas las barras superiores (Flexo - Compresión)**

En este caso se toma en referencia el tramo "A" debido a que ese elemento soporta un mayor esfuerzo.

Diseño de elemento - A : Flexo - Compresión.

- **Dimensiones sección Transversal.**

b=	14 cm	6"		b: Base sección
h=	19 cm	8"	6"x 8"	h: Altura sección

- **Propiedades Mecánicas.**

$E_{min} = 55020 \text{ Kg/cm}^2$ Módulo de Elasticidad
 $f_c = 90.25 \text{ Kg/cm}^2$ Esfuerzo admisible a compresión paralela

- **Propiedades Geométricas de la Sección**

Área =	266	cm ²	Area
I_x	8002.2	cm ⁴	Inercia en Eje X
Z_x	842.33	cm ³	Módulo de sección Eje X

- **Cálculo de la esbeltez (λ).**

En un diseño por flexocompresión primero necesitamos calcular la longitud efectiva ya que la norma nos dice lo siguiente.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d}$$

donde :

l_{ef} = Longitud efectiva
 d = es la altura de la sección: $h = 19 \text{ cm}$

Fuente: Norma E.010

Remplazamos

$$l_{ef} = 19.74 \text{ m}$$

Para elementos sometidos a cargas axiales de compresión:

La norma E.010 nos menciona, que la esbeltez debe cumplir lo siguiente

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d} \leq 50$$

$$\lambda = 19.737 \leq 50 \text{ OK}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021



- **► Cálculo de la carga admisible (Nadm)**
Identificación de la columna

Columna intermedia: fallan por combinación de aplastamiento y pandeo.

$$Ck = 0.7025 \sqrt{\frac{E}{fc}} = 17.345 \quad 10 < \lambda < Ck \quad \text{No cumple}$$

Columna larga:

$$Ck = 0.7025 \sqrt{\frac{E}{fc}} = 17.345 \quad Ck < \lambda < 50 \quad \text{Cumple}$$

Carga Admisble:

$$N_{adm} = \frac{\pi^2 \cdot E_{min} \cdot A}{2.5(l_{ef})^2} \quad 410.863 \text{ Kg}$$

- **► Modulo de Sección**



$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$c = \frac{h}{2}$$

$$Z = \frac{bh^2}{6}$$

I: Momento de inercia de la sección.

Z: Módulo de sección.

b: Base de la sección.

h: Altura de la sección transversal.

c: Distancia del plano neutro a la fibra más alejada.

$$I = 8002.2 \text{ cm}^4$$

$$Z = 842.33 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección Eje X

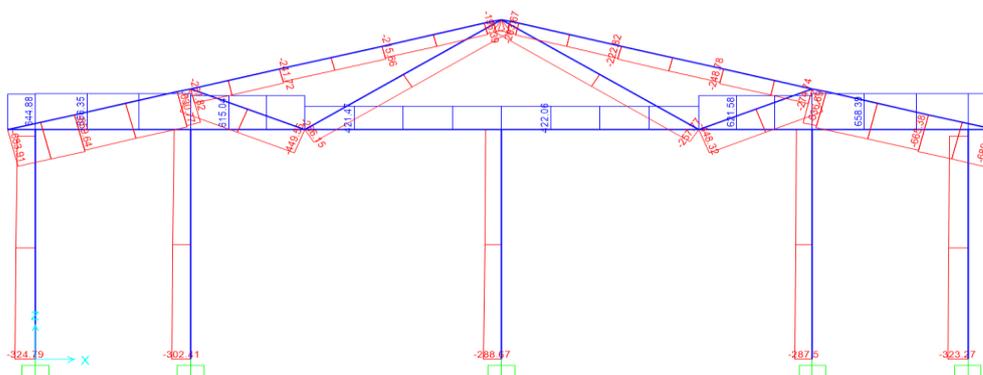
- **► Cálculo del factor de Amplificación de momentos (Km)**

Cálculo de la carga crítica de Euler (Ncr)

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E_{min} \cdot I}{(l_{ef})^2} \quad 1115.5 \text{ kg}$$

Resistencia a flexo - Compresión: Combinación : D + L

Fuerza Axial.



$$N = 324.8 \text{ kg}$$

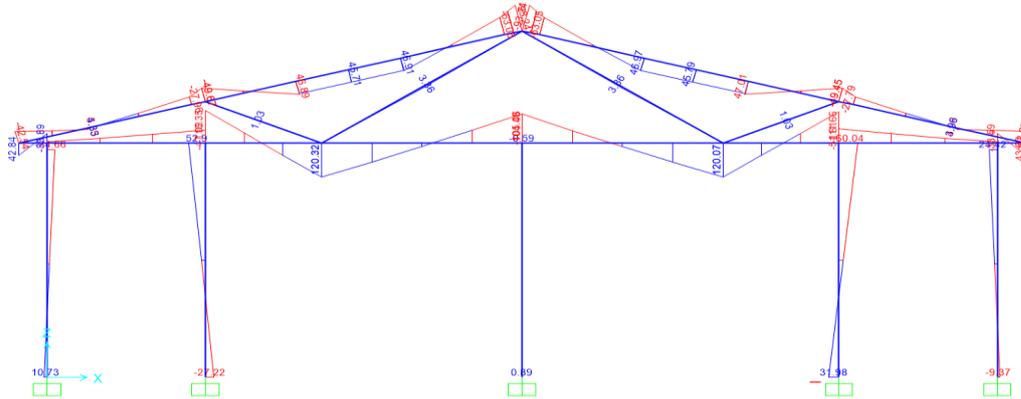


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA "PINUS RADIATA, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021



Momento.



$$M = 1.98 \text{ kg-m}$$

Remplazamos.

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \cdot \frac{N}{N_{cr}}} = 1.7754$$

Para elementos sometidos a flexo-compresión se debe satisfacer la siguiente expresión.

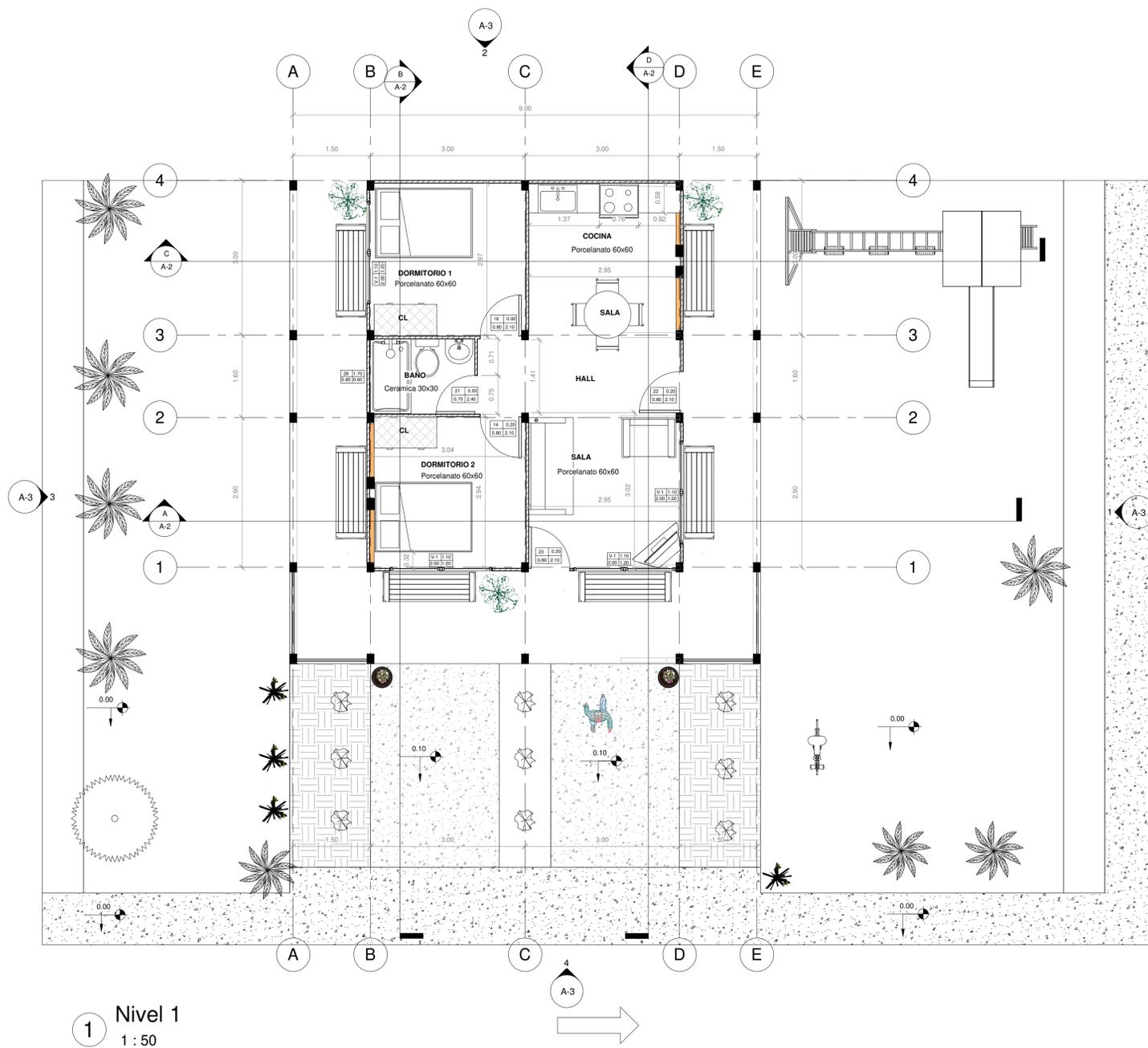
$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m \cdot |M|}{Z \cdot f_m} < 1.0 \quad 0.7956 < 1 \quad \text{Ok cumple}$$

Usar sección de 6"x 8"

Vista de la vivienda en 3D.



Anexo G. Planos de la edificación de madera



1 Nivel 1
1 : 50



4 VISTA 3D
1 : 1



3 VISTA- FRONTAL 3D
1 : 1



PROYECTO:

Evaluación Estructural de la Madera Habilitada Pinus Radiata, Centro Poblado Santa Clara, Distrito de Chalamarca, Chota, 2021

NOMBRE DE PLANO:

ARQUITECTURA

DISEÑADOR:

Reyner Vásquez Becerra

NUMERO DE PLANO:

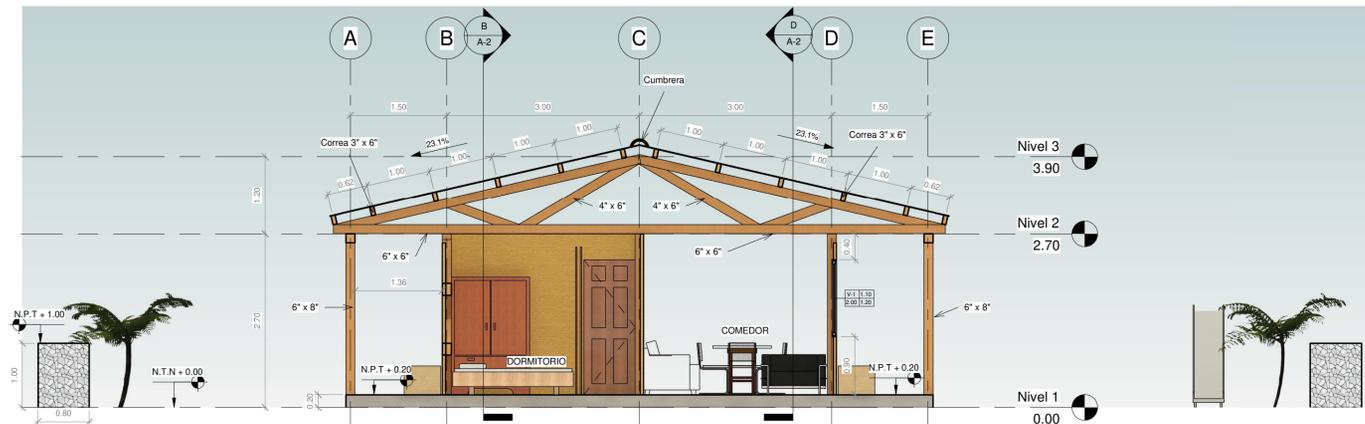
A-1

ESCALA:

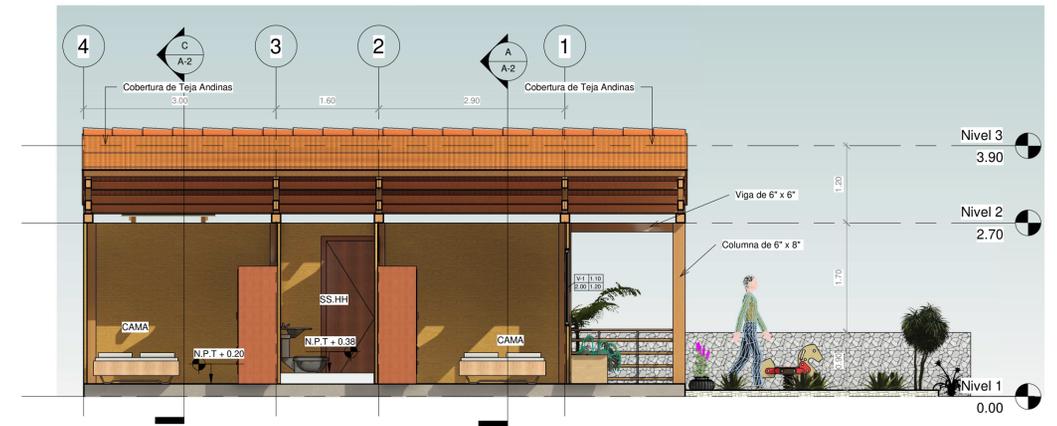
Como se indica

FECHA:

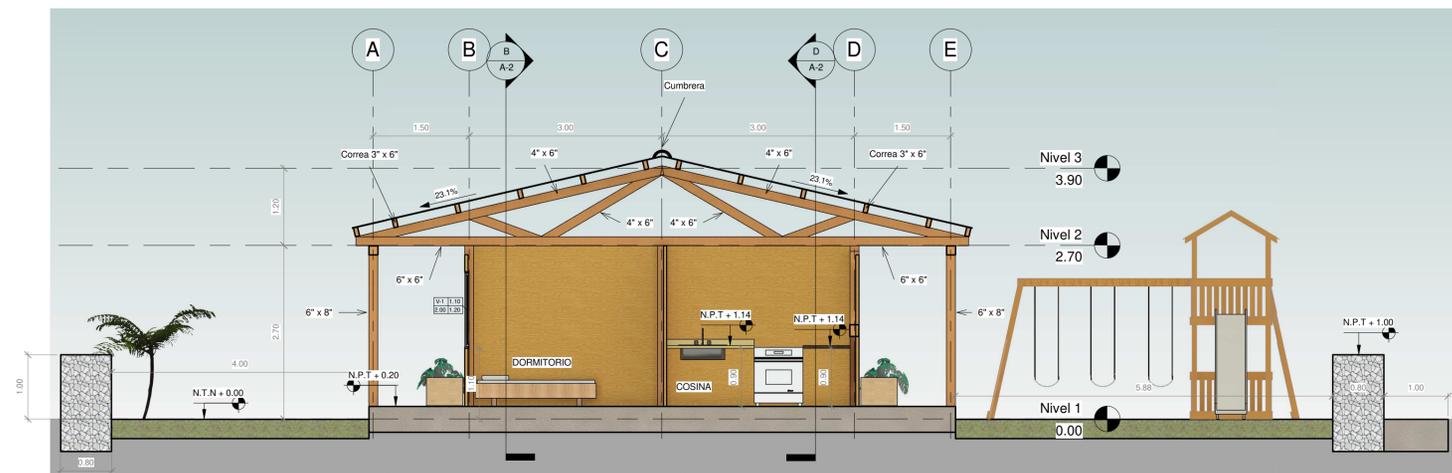
10/01/2023



A Corte A-A
1 : 50



B Corte B-B
1 : 50



C Corte C-C
1 : 50



D Corte D-D
1 : 50



PROYECTO:

Evaluación Estructural de la Madera Habilitada Pinus Radiata, Centro Poblado Santa Clara, Distrito de Chalamarca, Chota, 2021

NOMBRE DE PLANO:

CORTES

DISEÑADOR:

Reyner Vásquez Becerra

NUMERO DE PLANO:

A-2

ESCALA:

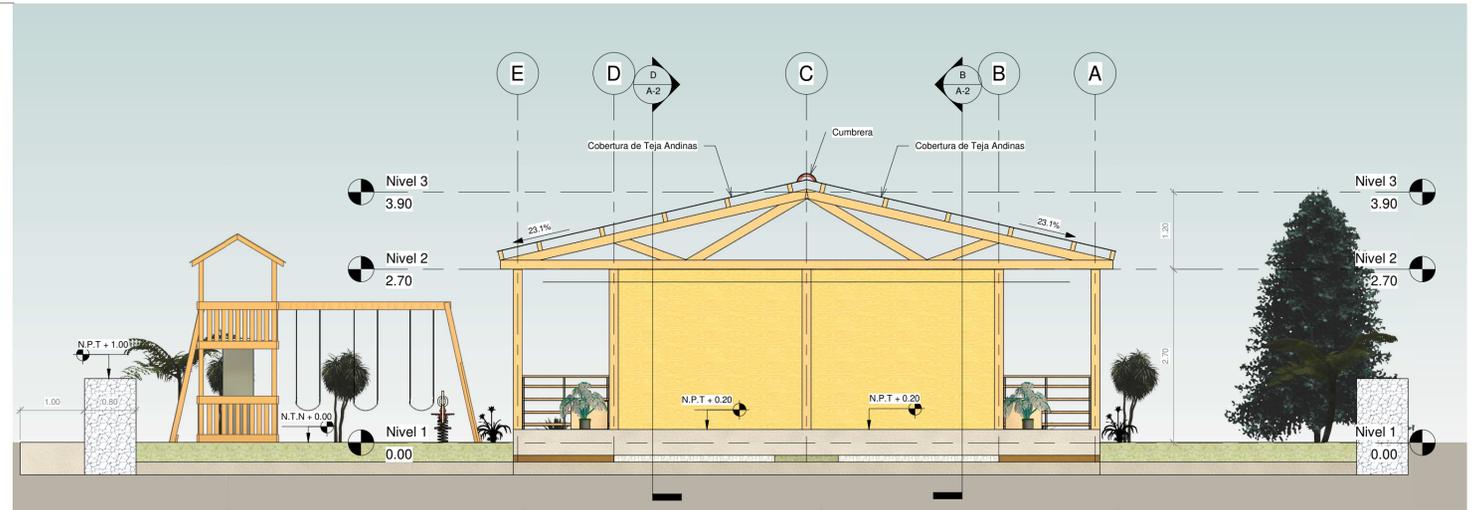
1 : 50

FECHA:

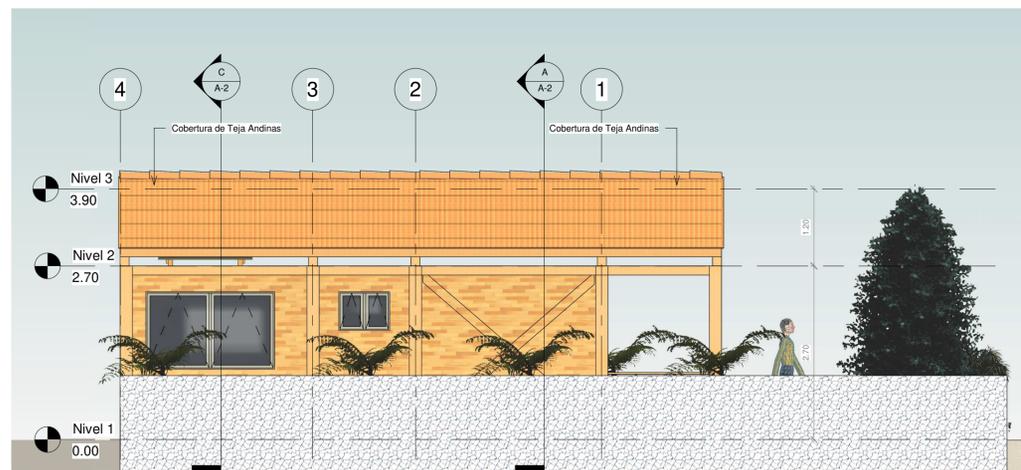
10/01/2023



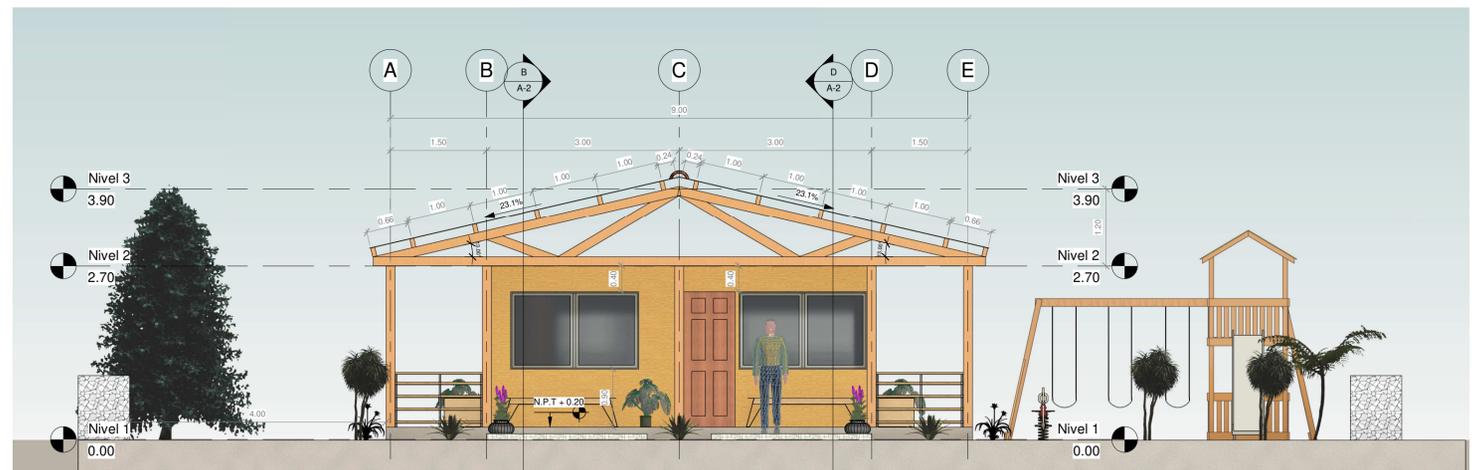
1 Este
1 : 50



2 Norte
1 : 50



3 Oeste
1 : 50



4 Sur
1 : 50



PROYECTO:

Evaluación Estructural de la Madera Habilitada Pinus Radiata, Centro Poblado Santa Clara, Distrito de Chalamarca, Chota, 2021

NOMBRE DE PLANO:

ALZADOS

DISEÑADOR:

Reyner Vásquez Becerra

NUMERO DE PLANO:

A-3

ESCALA:

1 : 50

FECHA:

10/01/2023

Anexo H. Mapas de ubicación



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA**
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación estructural de la
madera habilitada "Pinus Radiata",
centro poblado Santa Clara, distrito
de Chalamarca, Chota, 2021**



MAPA DE UBICACIÓN

Presentado por:
REYNER VÁSQUEZ BECERRA

Asesor:
Mg. Ing. **JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO**

Datum WGS 84
Proyección UTM Zona 17 S

Formato de impresión:
A2

Fecha: Octubre, 2022

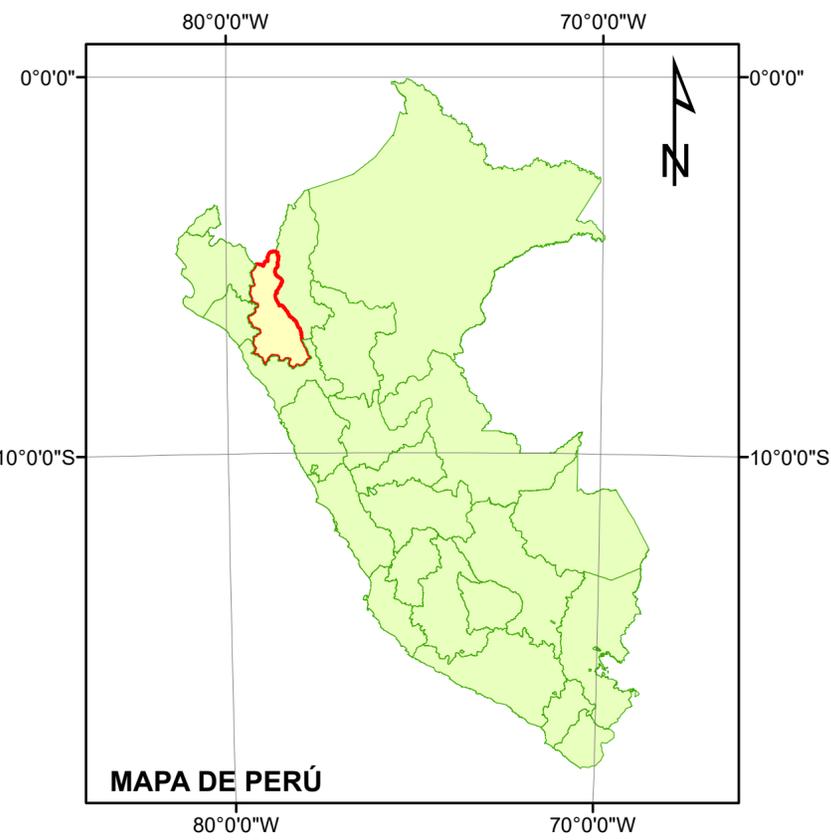
Escala: 1:4,370

Escala gráfica

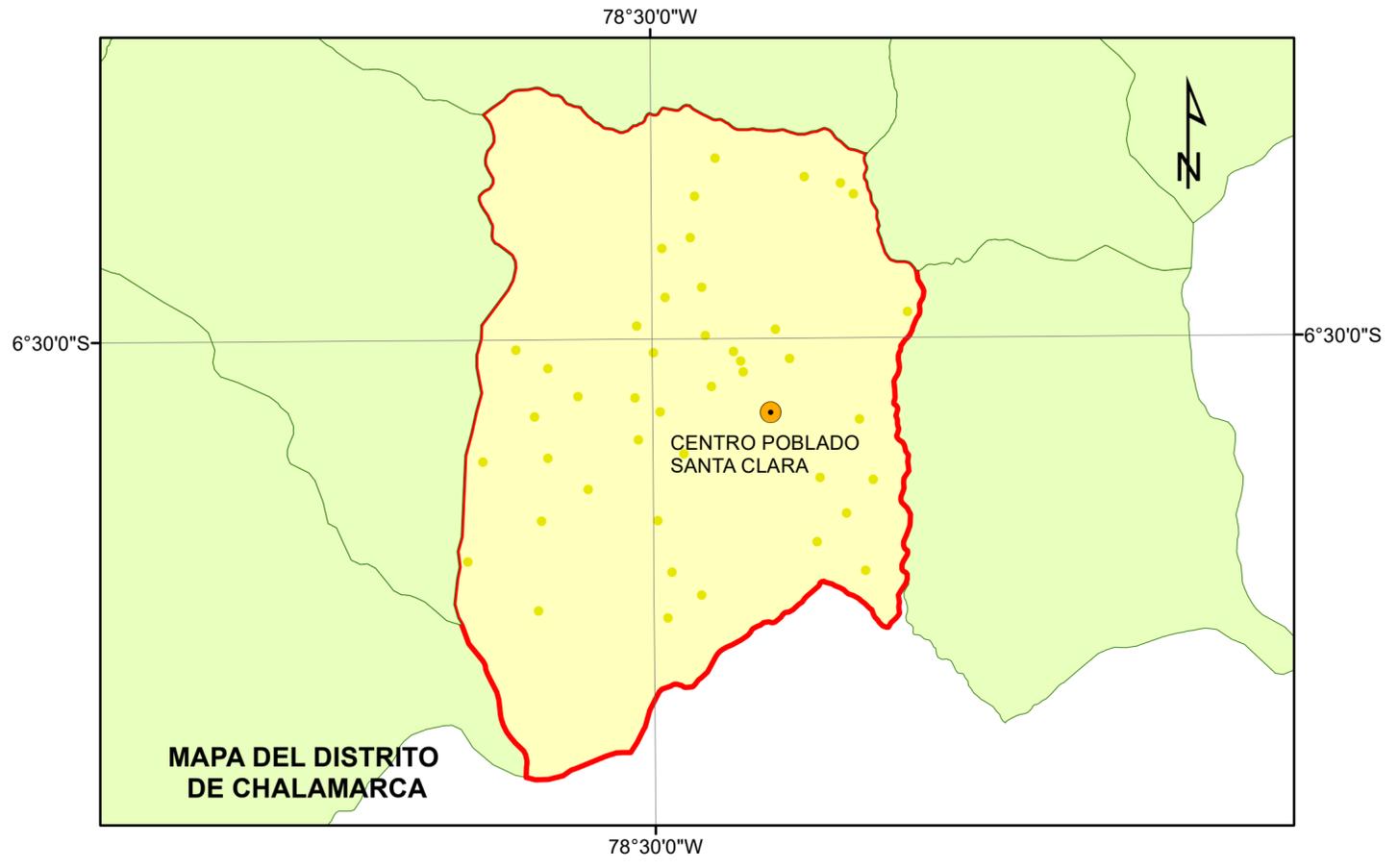


Mapa:

M-01



MAPA DE PERÚ

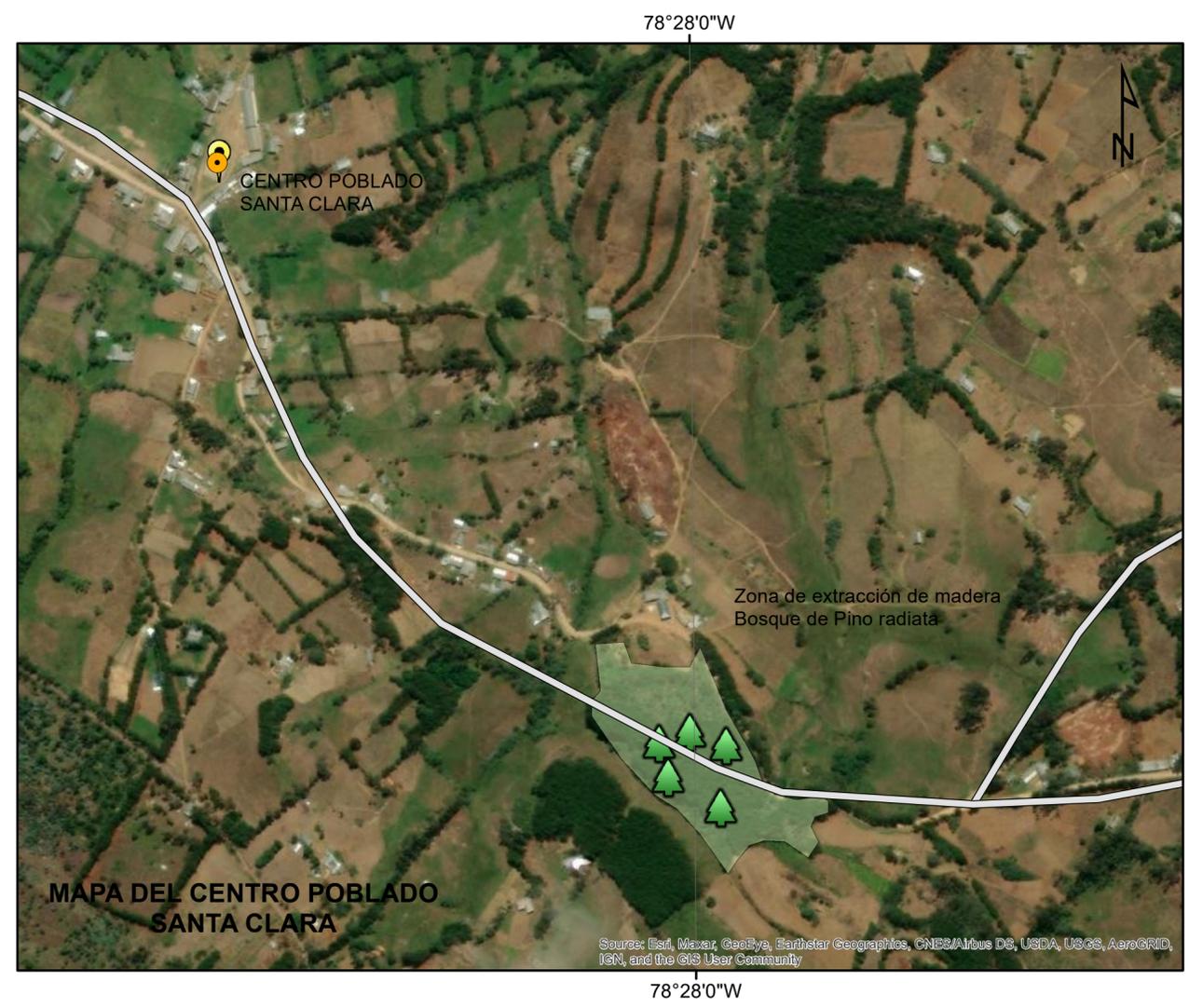


**MAPA DEL DISTRITO
DE CHALAMARCA**



**MAPA DE LA
REGIÓN DE
CAJAMARCA**

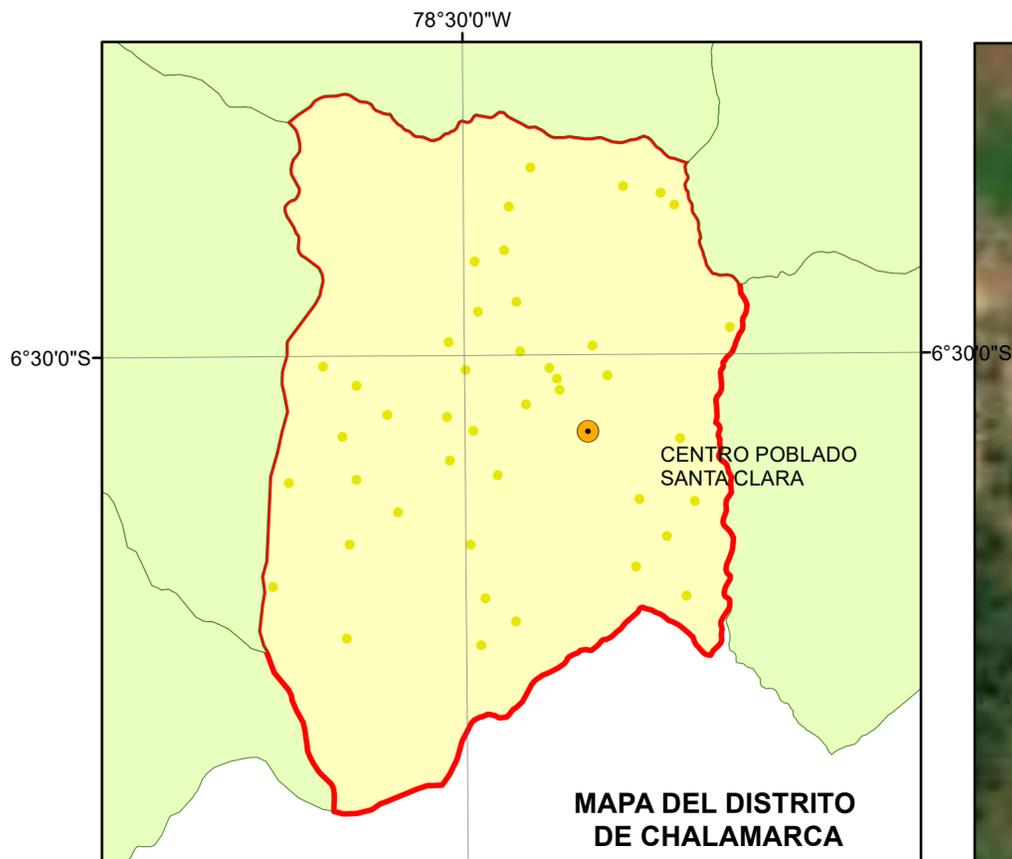
**Provincia de
Chota**



**MAPA DEL CENTRO POBLADO
SANTA CLARA**

Zona de extracción de madera
Bosque de Pino radiata

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



MAPA DEL DISTRITO DE CHALAMARCA



MAPA DEL CENTRO POBLADO SANTA CLARA

Árbol	DAP (cm)	AT (m)	AC (m)	Color de corteza	Coordenadas	
					Este (m)	Norte (m)
1	35	16	14	Café grisáceo	7802206.09	9278249.38
2	34	17	14	Café grisáceo	780200.18	9278191.00
3	34	17	15	Café grisáceo	780172.30	9278262.73
4	32	15	12	Café grisáceo	780151.23	9278220.18
5	34	18	16	Café oscuro	780143.69	9278252.16

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación estructural de la madera habilitada "Pinus Radiata", centro poblado Santa Clara, distrito de Chalamarca, Chota, 2021



BOSQUE DE PINO

Presentado por:
REYNER VÁSQUEZ BECERRA

Asesor:
Mg. Ing. **JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO**

Datum WGS 84
Proyección UTM Zona 17 S

Formato de impresión:
A2

Fecha: Octubre, 2022

Escala: 1:1,092

Escala gráfica



Mapa:

M-02



CONSTANCIA

El que suscribe Mg. Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo, **JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota:

HACE CONSTAR

Que el bachiller: **Reyner Vásquez Becerra**, ha presentado la tesis denominada: **“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA HABILITADA “PINUS RADIATA”, CENTRO POBLADO SANTA CLARA, DISTRITO DE CHALAMARCA, CHOTA, 2021”**, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 18% de similitud, estando dentro del límite permitido (25%) establecido en acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Sin otro particular.

Colpa Matara, 17 de mayo del 2023.

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH