

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**INFLUENCIA DE LA GRASA DE VACUNO EN LAS
PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE
MADERABLE *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke**

Autor: Bach. Ronny Stalyn Davila Santos

Autor: Bach. Sergio Eduardo Sanchez Rodas

Asesor 1: M. Sc. Eli Pariente Mondragón

Asesor 2: Ing. Richard Iván Ocampo Rojas

Registro:

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Davila Santos Ronny Stalyn
DNI N°: 72017053
Correo electrónico: 7201705352@untrm.edu.pe
Facultad: De Ingeniería Civil y Ambiental
Escuela Profesional: Ingeniería Civil

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Sanchez Rodas Sergio Eduardo
DNI N°: 72158041
Correo electrónico: 7215804152@untrm.edu.pe
Facultad: De Ingeniería Civil y Ambiental
Escuela Profesional: Ingeniería Civil

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

INFLUENCIA DE LA GRASA DE VACUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE Cedrelina cateniformis (Ducke) Ducke.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Pariente Mondragon Eli
DNI, Pasaporte, C.E N°: 45670572
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0002-9197-0218>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Ocampo Rojas Richard Iván
DNI, Pasaporte, C.E N°: 70426636
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0001-5144-2771>

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica- Inmunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html

Ingeniería, Tecnología – Ingeniería Civil – Ingeniería Civil

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 24 / octubre / 2022


Firma del autor 1


Firma del Asesor 1


Firma del autor 2


Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia, especialmente a mis padres Orlando y Marisol, quienes me brindaron su apoyo incondicional durante mi proceso de formación personal y profesional. ¡Gracias por todo!

Ronny Stalyn Davila Santos

Dedico la presente tesis primeramente a Dios, quien es mi amparo en tiempos de peligro, mi ayuda incondicional en tiempos de necesidades y problemas, mi fortaleza en tiempos de debilidad, quien por más que se me cerraran mil puertas, siempre me dio una salida para continuar y seguir adelante.

A mis padres: Juan Sanchez y Mely Rodas, por su amor, trabajo, sacrificio, entrega y apoyo incondicional en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Sergio Eduardo Sánchez Rodas

AGRADECIMIENTO

Pudiendo apreciar los resultados logrados con este innovador proyecto, solamente se nos viene una palabra a la mente: ¡Gracias!

Todo el trabajo realizado en la presente tesis, etapa a etapa, desde la concepción de la idea, su elaboración como proyecto, su ejecución y finalmente la obtención de los resultados, a pesar de todas nuestras limitaciones como estudiantes, fue posible gracias a Dios y al apoyo de muchas personas, las cuales pasamos a mencionar a continuación:

Especial y primordialmente damos gracias a Dios, por darnos las fuerzas necesarias para seguir adelante día a día. Asimismo, a nuestros padres, Orlando & Marisol y Juan & Mely, por el apoyo incondicional brindado tanto psicológicamente como económicamente, gracias por cada palabra de aliento, por la motivación, por cada consejo que como siempre nos lo saben dar en el momento oportuno. Gracias por la formación brindada durante tantos años, la cual es nuestra base bien fundada para lograr cada meta que nos hemos propuesto, siendo una de ellas la culminación y presentación de esta tesis.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Elí Pariente Mondragón, quien fue guía, soporte intelectual y apoyo en este proceso de investigación; como también a nuestros docentes quienes nos nutrieron ciclo a ciclo con los conocimientos generales de los términos y conceptos de la ingeniería que fueron de gran utilidad para la elaboración de la presente tesis.

Un agradecimiento especial a la familia Caballero Yoplac (Mirian & Victor), así como a las señoras Zenaida, Jovita y Charo y al Sr. René por todo el apoyo incondicional brindado, sin el cual la ejecución de la presente tesis no hubiera sido ser posible.

Al CITEmadera Lima y a todos los profesionales y personal que labora en dicha institución (Ing. Javier, Ing. Jhon, entre otros) por brindarnos el apoyo necesario y facilidades en sus instalaciones y laboratorios para realizar los ensayos requeridos.

Al Ing. Moises Acevedo por el apoyo y orientación brindados durante parte del proceso de ejecución de la presente tesis.

Y en general agradecemos a todas las personas que nos han apoyado y han hecho que la presente tesis se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos y que por la fragilidad de la memoria no nos es posible mencionar en la presente. ¡Muchas gracias!

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Ph. D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS




ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada INFLUENCIA DE LA GRASA DE VAGNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE CEDRELINGA CATENIFORMIS (DUCKE) DUCKE; del egresado RONNY STALYN DANILA SANTOS de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL, Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de JULIO del 2022


Firma y nombre completo del Asesor
M.Sc. Eli Pariente Mondragón



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-K

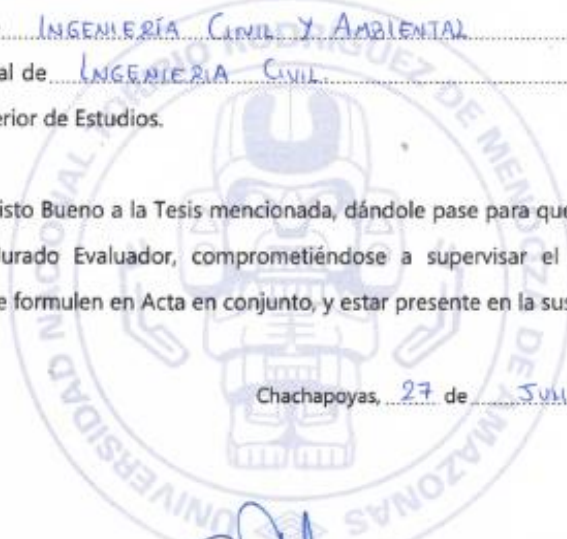
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada INFLUENCIA DE LA GRASA DE VAKUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE CEDRELINGA CATENIFORMIS (DUKKE) DUKKE; del egresado SERGIO EDUARDO SÁNCHEZ RODAS de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de JULIO del 2022

Firma y nombre completo del Asesor



VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL


ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada INFLUENCIA DE LA GRASA DE JALUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE CEDRELINGA CATENIFORMIS (DUCKE) DUCKE; del egresado RONNY STALYN DAUILA SANTOS de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL, Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de JULIO del 2022


RICHARD IVÁN OCA
ING. CIVIL
CIP: 179755

Firma y nombre completo del Asesor



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada INFLUENCIA DE LA GRASA DE VACUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE CEPRELINGA (ATENIFORMIS (DUCKE) DUCKE ; del egresado SERGIO EDUARDO SANCHEZ RODAS de la Facultad de INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de Julio del 2022

RICHARD ALCAMPOROJAS
ING. CIVIL
CIP: 178755

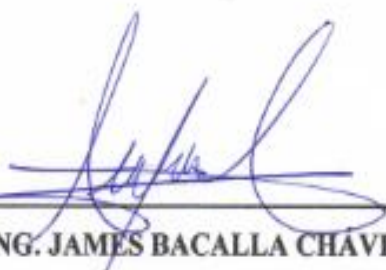
Firma y nombre completo del Asesor

JURADO EVALUADOR



ING. JORGE CHÁVEZ GUIVIN

Presidente



ING. JAMES BACALLA CHÁVEZ

Secretario



ING. JOHN HILMER SALDAÑA NÚÑEZ

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

INFLUENCIA DE LA GRASA DE VACUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke

presentada por el estudiante ()/egresado (X) Ronny Stalyn Davila Santos

de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional 7201705352@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 20 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 17 de octubre del 2022


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

INFLUENCIA DE LA GRASA DE VACUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS
DE LA ESPECIE MADE RABLE Cedrelina cateniformis (Ducke) Ducke
presentada por el estudiante ()/egresado (X) Sergio Eduardo Sanchez Rodas
de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil
con correo electrónico institucional 7215804152@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 20 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 17 de octubre del 2022

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de OCTUBRE del año 2022 siendo las 11:00 horas, el aspirante: BACH. RONNY STALYN DAVILA SANTOS, asesorado por M. SGEU PARIENTE M. y ING. RICHARD JUAN OCAMPO R. defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: INFLUENCIA DE LA GRASA DE VACUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE Cedichinga coteniformis (Ducke) Ducke, para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ING. JORGE CHAVEZ GOVIN

Secretario: ING. JAMES BACAÑA CHAVEZ

Vocal: ING. JOHN HILMER SALDAÑA NUÑEZ



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

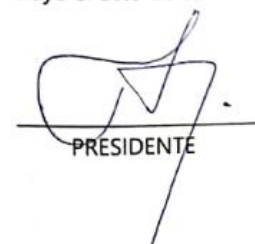
Aprobado () por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:
.....



ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de OCTUBRE del año 2022, siendo las 11:00 horas, el aspirante: BACH. SERGIO EDUARDO SANCHEZ RODAS, asesorado por M.SC. ELI PARIENTE M. y ING. RICHARD JUAN Ocampo R. defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: INFLUENCIA DE LA GRASA DE VACUNO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ESPECIE MADERABLE Cedrelinga ceteriformis (DUCKE) DUCKE, para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

- Presidente: ING. JORGE CHAVEZ EVIDIN
Secretario: ING. JAMES BACAÑA CHAVEZ
Vocal: ING. JOHN HILMER SALDAÑA NÚÑEZ



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

Signature of the Secretary

Signature of the Vocal

Signature of the President

OBSERVACIONES:

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	x
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	xi
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	xiii
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE FIGURAS	xxx
RESUMEN	xxxvii
ABSTRACT	xxxviii
I. INTRODUCCIÓN	39
II. MATERIAL Y MÉTODOS	43
2.1. ZONA DE ESTUDIO	43
2.2. MATERIALES HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS	45
2.3. SELECCIÓN DE INDIVIDUOS	47
2.4. MUESTREO	49
2.5. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	58
2.6. ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS	67
2.6.1. Contenido de humedad	67
2.6.2. Densidad	73
2.6.3. Contracción	88
2.7. ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS	96
2.7.1. Compresión paralela a la fibra	96
2.7.2. Compresión perpendicular a la fibra	109
2.7.3. Tracción paralela a la fibra	123
2.7.4. Flexión estática	137

2.7.5. Corte paralelo a la fibra	150
2.7.6. Dureza	159
2.8. PROCESAMIENTO DE DATOS	166
2.8.1. Procesos realizados en el tratamiento estadístico de datos	166
2.8.2. Procesamiento para propiedades físicas	168
2.8.3. Procesamiento para propiedades mecánicas	170
2.9. DISEÑO DE UNA ARMADURA, CON RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ESPECIE MADERABLE <i>Cedrelinga cateniformis</i>	176
2.9.1. Diseño de la armadura, con resultados obtenidos de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> preservada con grasa de vacuno por el método de pincelado	180
2.9.2. Diseño de la armadura, con resultados obtenidos de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> preservada con grasa de vacuno por el método de inmersión	200
III. RESULTADOS	220
3.1. PROPIEDADES FÍSICAS	220
3.1.1. Contenido de humedad	220
3.1.2. Densidad	220
3.1.3. Contracción	221
3.2. PROPIEDADES MECÁNICAS	221
3.2.1. Compresión paralela a la fibra	221
3.2.2. Compresión perpendicular a la fibra	224
3.2.3. Tracción paralela a la fibra	226
3.2.4. Flexión estática	228
3.2.5. Corte paralelo a la fibra	230
3.2.6. Dureza	231
IV. DISCUSIÓN	232
4.1. ENSAYOS FÍSICOS	232
4.1.1. Contenido de humedad	232
4.1.2. Densidad	232
4.1.3. Contracción	233
4.2. ENSAYOS MECÁNICOS	234
4.2.1. Compresión paralela a la fibra	234
4.2.2. Compresión perpendicular a la fibra	235

4.2.3. Tracción paralela a la fibra	237
4.2.4. Flexión estática	239
4.2.5. Corte paralelo a la fibra	241
4.2.6. Dureza	242
V. CONCLUSIONES	243
VI. RECOMENDACIONES	244
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	245
VIII. ANEXOS	249
8.1. Anexo 1: Formato para la identificación botánica	249
8.2. Anexo 2: Formato para la toma de datos de la troza	250
8.3. Anexo 3: Constancia de determinación botánica del laboratorio de Dendrología y Herbario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM)	251
8.4. Anexo 4: Codificación de probetas por cada método de curado	252
8.5. Anexo 5: Resultados del procesamiento de datos de los ensayos de carácter físico y mecánico de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> preservado por el método de pincelado e inmersión	253
8.6. Anexo 6: Formato para ensayo físico “Contenido de humedad”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	361
8.7. Anexo 7: Formato para ensayo físico “Densidad”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	362
8.8. Anexo 8: Formato para ensayo físico “Contracción”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	363
8.9. Anexo 9: Formato para ensayo mecánico “Compresión paralela a las fibras”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	364
8.10. Anexo 10: Formato para ensayo mecánico “Compresión perpendicular a la fibra”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	365
8.11. Anexo 11: Formato para ensayo mecánico “Tracción paralela a las fibras”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	366
8.12. Anexo 12: Formato para ensayo mecánico “Flexión estática”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	367
8.13. Anexo 13: Formato para ensayo mecánico “Cizallamiento paralela al grano”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	368

8.14. Anexo 14: Formato para ensayo mecánico “Dureza”, diseñado por el laboratorio CITEmadera	369
8.15. Anexos 15: Resultados del estudio físico – químico de una (1) muestra de un (1) kg de grasa de vacuno, realizado en el laboratorio Certificaciones y Calidad S.A.C	370
8.16. Anexo 16: Programa para calculadora “Hp – 50G”	372
8.17. Anexo 17: Cargas admisibles para uniones de tres elementos de madera con un solo perno sometido a doble cizallamiento de acuerdo a su diámetro para el diseño de uniones de la armadura	375
8.18. Anexo 18: Cargas admisibles para uniones de tres elementos de madera con un solo perno sometido a doble cizallamiento de acuerdo a su diámetro para el diseño de uniones de la armadura (Continuación)	376
8.19. Anexo 19: Requisitos de espaciamiento mínimo de pernos	376
8.20. Anexo 20: Propiedades de escuadrillas comerciales de madera utilizados en el modelado en SAP 2000 y diseño de la armadura (tercera etapa)	377
8.21. Anexo 21: Factor de reducción de la carga admisible en función del número de pernos por línea paralela a la dirección de la carga aplicada	378
8.22. Anexo 22: Imágenes de la distribución de probetas en viguetas, con sus respectivas medidas de acorde a las exigencias de las normas	379
8.23. Anexo 23: Panel fotográfico	388
8.24. Anexo 24: Plano en planta y detalles estructurales de armaduras, de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> , por el método de curado de pincelado e inmersión	400

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Determinación del número de trozas necesarias	47
Tabla 2: Ítems de codificación de probetas	49
Tabla 3: Número de probetas a utilizar por cada ensayo en la presente investigación ..	54
Tabla 4: Dimensiones de las probetas a ensayar	55
Tabla 5: Dimensiones incrementadas de las probetas por efectos de corte de sierra y perfilamiento a través del cepillado	55
Tabla 6: Volumen total de madera utilizado para los ensayos	56
Tabla 7: Normas utilizadas para los ensayos	58
Tabla 8: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “ <i>contenido de humedad</i> ”, probetas del 1 al 15 (árbol I) y del 1 al 12 (árbol II), método de pincelado	68
Tabla 9: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “ <i>contenido de humedad</i> ”, probetas del 13 al 15 (árbol II), método de pincelado; 1 al 15 (árbol I) y 1 al 8 (árbol II), método de inmersión	69
Tabla 10: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “ <i>contenido de humedad</i> ”, probetas del 9 al 15 (árbol II), método de inmersión	70
Tabla 11: Datos procesados, ensayo físico “ <i>contenido de humedad</i> ”, método de pincelado	71
Tabla 12: Datos procesados, ensayo físico “ <i>contenido de humedad</i> ”, método de inmersión	72
Tabla 13: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 1 al 5 (Árbol I), método de pincelado	73
Tabla 14: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 6 al 15 (Árbol I), método de pincelado	74
Tabla 15: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 1 al 10 (Árbol II), método de pincelado	75
Tabla 16: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 11 al 15 (Árbol II), método de pincelado	76
Tabla 17: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 1 al 5 (Árbol I), método de inmersión	76
Tabla 18: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 6 al 15 (Árbol I), método de inmersión	77

Tabla 19: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 1 al 10 (Árbol II), método de inmersión	78
Tabla 20: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ” probetas del 11 al 15 (Árbol II), método de inmersión	79
Tabla 21: Datos procesados, “ <i>densidad saturada</i> ”, método de pincelado	80
Tabla 22: Datos procesados, “ <i>densidad saturada</i> ”, método de inmersión	81
Tabla 23: Datos procesados, “ <i>densidad verde</i> ”, método de pincelado	82
Tabla 24: Datos procesados, “ <i>densidad verde</i> ”, método de inmersión	83
Tabla 25: Datos procesados, “ <i>densidad anhidra</i> ”, método de pincelado	84
Tabla 26: Datos procesados, “ <i>densidad anhidra</i> ”, método de inmersión	85
Tabla 27: Datos procesados, “ <i>densidad básica</i> ”, método de pincelado	86
Tabla 28: Datos procesados, “ <i>densidad básica</i> ”, método de inmersión	87
Tabla 29: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “ <i>Contracción</i> ” de la probeta I-1-3-1, método de pincelado	88
Tabla 30: Control dimensional, ensayo físico “ <i>contracción</i> ” de las probetas del 1 al 10 (Árbol I), método de pincelado	89
Tabla 31: Control dimensional, ensayo físico “ <i>contracción</i> ” de las probetas del 11 al 15 (Árbol I) y probetas del 1 al 5 (Árbol II); método de pincelado	90
Tabla 32: Control dimensional, ensayo físico “ <i>contracción</i> ” de las probetas del 6 al 15 (Árbol II), método de pincelado	91
Tabla 33: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “ <i>Contracción</i> ” de la probeta I-2-3-1, método de inmersión	92
Tabla 34: Control dimensional, ensayo físico “ <i>contracción</i> ” de las probetas del 1 al 10 (Árbol I), método de inmersión	93
Tabla 35: Control dimensional, ensayo físico “ <i>contracción</i> ” de las probetas del 11 al 15 (Árbol I) y probetas del 1 al 5 (Árbol II), método de inmersión	94
Tabla 36: Control dimensional, ensayo físico “ <i>contracción</i> ” de las probetas del 6 al 15 (Árbol II), método de inmersión	95
Tabla 37: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, de la probeta I-1-4-1, método de pincelado	97
Tabla 38: Área promedio, contenido de humedad y densidad básica, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado	98
Tabla 39: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado	99

Tabla 40: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión	103
Tabla 41: Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión	104
Tabla 42: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión	105
Tabla 43: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado	110
Tabla 44: Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado ...	111
Tabla 45: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado	112
Tabla 46: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión	116
Tabla 47: Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión ...	117
Tabla 48: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión	118
Tabla 49 (continuación): Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión	119
Tabla 50: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a las fibras</i> ” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado	124
Tabla 51: Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a las fibras</i> ” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado	125
Tabla 52: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a las fibras</i> ” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado	126
Tabla 53: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo “ <i>tracción paralela a las fibras</i> ” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión	130
Tabla 54: Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a las fibras</i> ” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión	131
Tabla 55: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a las fibras</i> ” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión	132
Tabla 56 (continuación): Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a las fibras</i> ” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión	133

Tabla 57: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ” de la probeta I-1-7-1, método de pincelado	138
Tabla 58: Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ” de la probeta I-1-7-1, método de pincelado	139
Tabla 59: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ” de la probeta I-1-7-1 método de pincelado	140
Tabla 60: Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión	144
Tabla 61: Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión	145
Tabla 62: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión	146
Tabla 63: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, de la probeta I-1-8-1, método de pincelado	151
Tabla 64: Área de corte, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, método de pincelado	152
Tabla 65: Densidad básica, ensayo físico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, método de pincelado	153
Tabla 66: Datos procesados, ensayo físico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, método de pincelado	154
Tabla 67: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, de la probeta I-2-8-1, método de inmersión	155
Tabla 68: Área de corte, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, método de inmersión	156
Tabla 69: Densidad básica, ensayo físico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, método de inmersión	157
Tabla 70: Datos procesados, ensayo físico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, método de inmersión	158
Tabla 71: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ” de la probeta I-1-9-1, método de pincelado	160
Tabla 72: Contenido de humedad y densidad básica, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, método de pincelado	161
Tabla 73: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, método de pincelado	162

Tabla 74: Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ” de la probeta I-2-9-1, método de inmersión	163
Tabla 75: Contenido de humedad y densidad básica, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, método de inmersión	164
Tabla 76: Datos procesados, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, método de inmersión	165
Tabla 77: Datos obtenidos, Normas técnicas y especificaciones para la obtención de pruebas físicas	168
Tabla 78: Datos obtenidos, Normas técnicas y especificaciones para la obtención de pruebas mecánicas	173
Tabla 79: Factores de forma (C)	168
Tabla 80: Deflexiones máximas permisibles	185
Tabla 81: Estabilidad Lateral	186
Tabla 82: Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap 2000 para el Método del Pincelado	187
Tabla 83: Valores de K de acuerdo al tipo de restricción	188
Tabla 84: Valores de Ck	189
Tabla 85: Clasificación de columnas	189
Tabla 86: Diseño de brida superior e inferior de la armadura (Método de Pincelado)	192
Tabla 87: Diseño de Elementos Montantes de la armadura (Método de Pincelado)	193
Tabla 88: Diseño de Elementos Diagonales de la armadura (Método de Pincelado)	193
Tabla 89: Secciones finales de los elementos de la cercha (Método de Pincelado)	193
Tabla 90: Resumen de la cantidad de pernos de 1/2" a utilizar en cada nudo de la cercha (Método de Pincelado)	199
Tabla 91: Deflexiones máximas permisibles	204
Tabla 92: Estabilidad Lateral	206
Tabla 93: Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap2000 para el Método de Inmersión	207
Tabla 94: Valores de K de acuerdo al tipo de restricción	208
Tabla 95: Valores de Ck	209
Tabla 96: Clasificación de columnas	209

Tabla 97: Diseño de brida superior e inferior de la armadura (Método de Inmersión)	212
Tabla 98: Diseño de Elementos Montantes de la armadura (Método de Inmersión)	212
Tabla 99: Diseño de Elementos Diagonales de la armadura (Método de Inmersión)	213
Tabla 100: Secciones finales de los elementos de la cercha (Método de Inmersión)	213
Tabla 101: Resumen de la cantidad de pernos de 1/2" a utilizar en cada nudo de la cercha (Método de Inmersión)	219
Tabla 102: Resultados finales, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	222
Tabla 103: Resultados finales, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	225
Tabla 104: Resultados finales, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	227
Tabla 105: Resultados finales, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	229
Tabla 106: Resultados finales, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	230
Tabla 107: Resultados finales, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	231
Tabla 108: Valores promedio según el tipo de densidad	233
Tabla 109: Valores promedio según el tipo de contracción	233
Tabla 110: Porcentaje de límite proporcional con respecto al límite de rotura para compresión paralela a la fibra (probetas del método de pincelado e inmersión)	234
Tabla 111: Relación: Esfuerzo en el límite proporcional compresión paralela a la fibra – Esfuerzo en el límite proporcional compresión perpendicular a la fibra de los métodos de curado de pincelado e inmersión	236
Tabla 112: Relación: Esfuerzo de tracción paralela a la fibra – Esfuerzo de compresión paralela a la fibra de los métodos de curado de pincelado e inmersión	237
Tabla 113: Relaciones esfuerzos: Compresión paralela a la fibra – Flexión estática – Tracción paralela a la fibra, probetas del método de pincelado e inmersión	239

Tabla 114: Tratamiento estadístico: contenido de humedad, probetas del <i>método de pincelado</i>	253
Tabla 115: Tratamiento estadístico: densidad, probetas del <i>método de pincelado</i>	254
Tabla 116: Tratamiento estadístico: densidad, probetas del <i>método de inmersión</i>	255
Tabla 117: Tabla para construir curvas: densidad vs. contenido de humedad	256
Tabla 118: Tratamiento estadístico: contracción tangencial total, probetas del <i>método de pincelado</i>	257
Tabla 119: Tratamiento estadístico: contracción radial total, probetas del <i>método de pincelado</i>	258
Tabla 120: Tratamiento estadístico: contracción longitudinal total, probetas del <i>método de pincelado</i>	259
Tabla 121: Tratamiento estadístico: contracción volumétrica total, probetas del <i>método de pincelado</i>	260
Tabla 122: Tratamiento estadístico: contracción tangencial total, probetas del <i>método de inmersión</i>	261
Tabla 123: Tratamiento estadístico: contracción radial total, probetas del <i>método de inmersión</i>	262
Tabla 124: Tratamiento estadístico: contracción longitudinal total, probetas del <i>método de inmersión</i>	263
Tabla 125: Tratamiento estadístico: contracción volumétrica total, probetas del <i>método de inmersión</i>	264
Tabla 126: Tabla para construir curvas contracción vs. contenido de humedad	265
Tabla 127: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado	269
Tabla 128: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de inmersión	270
Tabla 129: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado	271
Tabla 130: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado	272
Tabla 131: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado	273
Tabla 132: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado	274

Tabla 133: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado	275
Tabla 134: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado	276
Tabla 135: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de pincelado)	278
Tabla 136: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión	281
Tabla 137: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión	282
Tabla 138: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión	283
Tabla 139: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión	284
Tabla 140: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión	285
Tabla 141: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión	286
Tabla 142: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de inmersión)	288
Tabla 143: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado	291
Tabla 144: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del método de inmersión	292
Tabla 145: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado	293
Tabla 146: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado	294
Tabla 147: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado	295
Tabla 148: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado	296

Tabla 149: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado	297
Tabla 150: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado	298
Tabla 151: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de pincelado)	300
Tabla 152: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión	303
Tabla 153: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión	304
Tabla 154: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión	305
Tabla 155: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión	306
Tabla 156: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión	307
Tabla 157: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión	308
Tabla 158: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de inmersión)	310
Tabla 159: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado	313
Tabla 160: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas de método de inmersión	314
Tabla 161: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado	315
Tabla 162: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado	316
Tabla 163: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado	317
Tabla 164: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado	318

Tabla 165: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado	319
Tabla 166: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado	320
Tabla 167: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de pincelado)	322
Tabla 168: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión	325
Tabla 169: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión	326
Tabla 170: Tabulación general ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión	327
Tabla 171: Tabulación general ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión	328
Tabla 172: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión	329
Tabla 173: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión	330
Tabla 174: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de inmersión)	332
Tabla 175: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del método de pincelado	335
Tabla 176: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del método de inmersión	336
Tabla 177: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado	337
Tabla 178: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado	338
Tabla 179: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado	339
Tabla 180: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado	340

Tabla 181: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado	341
Tabla 182: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado	342
Tabla 183: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de pincelado)	344
Tabla 184: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión	347
Tabla 185: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión	348
Tabla 186: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión	349
Tabla 187: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión	350
Tabla 188: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión	351
Tabla 189: Tabulación general, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión	352
Tabla 190: Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, de la madera <i>Cedrelinga cateniformis</i> (método de inmersión)	354
Tabla 191: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado	357
Tabla 192: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, probetas del método de inmersión	358
Tabla 193: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, probetas del método de pincelado	359
Tabla 194: Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, probetas del método de inmersión	360

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de la zona de extracción de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i>	44
Figura 2: Detalle de aserrado de trozas	48
Figura 3: Periodos de tiempo de aplicación de grasa de vacuno	56
Figura 4: Curvas típicas de comportamiento Esfuerzo – Deformación Unitaria para maderas	59
Figura 5: Procesos realizados en el tratamiento de datos	60
Figura 6: Dispersograma, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado	100
Figura 7: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado	101
Figura 8: Comportamiento, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado	102
Figura 9: Dispersograma, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión	106
Figura 10: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión	107
Figura 11: Comportamiento, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión	108
Figura 12: Dispersograma, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado	113
Figura 13: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado	114
Figura 14: Comportamiento, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado	115
Figura 15: Dispersograma, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión	120
Figura 16: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión	121
Figura 17: Comportamiento, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión	122

Figura 18: Dispersograma, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a las fibras”</i> de la probeta I-1-6-1, método de pincelado	127
Figura 19: Ajuste, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a las fibras”</i> de la probeta I-1-6-1, método de pincelado	128
Figura 20: Comportamiento, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a las fibras”</i> de la probeta I-1-6-1, método de pincelado	129
Figura 21: Dispersograma, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a las fibras”</i> de la probeta I-2-6-1, método de inmersión	134
Figura 22: Ajuste, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a las fibras”</i> de la probeta I-2-6-1, método de inmersión	135
Figura 23: Comportamiento, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a las fibras”</i> de la probeta I-2-6-1, método de inmersión	136
Figura 24: Dispersograma, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> de la probeta I-1-7-1, método de pincelado	141
Figura 25: Ajuste, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> de la probeta I-1-7-1, método de pincelado	142
Figura 26: Comportamiento, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> de la probeta I-1-7-1, método de pincelado	143
Figura 27: Dispersograma, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> de la probeta I-2-7-1, método de inmersión	147
Figura 28: Ajuste, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> de la probeta I-2-7-1, método de inmersión	148
Figura 29: Comportamiento, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> de la probeta I-2-7-1, método de inmersión	149
Figura 30: Explicación y deducción gráfica del límite de exclusión	167
Figura 31: Sistema de cubierta en elevación	176
Figura 32: Detalle de cobertura	177
Figura 33: Transferencia de cargas por viento – Barlovento	179
Figura 34: Transferencia de cargas por viento – Sotavento	180
Figura 35: Elementos de la armadura	181
Figura 36: Sección adoptada en correas - método de pincelado	181
Figura 37: Diagrama de momento flector y fuerza cortante en correas – método de pincelado	182
Figura 38: Diagrama de carga muerta - deflexión - método de pincelado	184

Figura 39: Diagrama de carga viva - deflexión - método de pincelado.....	184
Figura 40: Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie maderable <i>Cedrelinga Cateniformis</i> curada con Grasa de Vacuno por el Método de Pincelado ...	187
Figura 41: Sección adoptada en bridas superiores - método de pincelado	188
Figura 42: Sección adoptada en bridas inferiores - método de pincelado	191
Figura 43: Elementos de la armadura	192
Figura 44: Cartela, como unión de cercha	194
Figura 45: Elementos de la armadura	200
Figura 46: Sección adoptada en correas - método de inmersión	201
Figura 47: Diagrama de momento flector y fuerza cortante en correas – método de pincelado	202
Figura 48: Diagrama de carga muerta - deflexión - método de inmersión	203
Figura 49: Diagrama de carga viva - deflexión - método de pincelado	204
Figura 50: Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> curada con Grasa de Vacuno por el Método de Inmersión ...	206
Figura 51: Sección adoptada en bridas superiores - método de inmersión	208
Figura 52: Sección adoptada en bridas inferiores - método de inmersión	211
Figura 53: Elementos de la armadura	212
Figura 54: Cartela, como unión de cercha	214
Figura 55: Valor promedio, ensayo físico “ <i>contenido de humedad</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	220
Figura 56: Valor promedio, ensayo físico “ <i>densidad</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	220
Figura 57: Valor promedio, ensayo físico “ <i>contracción</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	221
Figura 58: Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	221
Figura 59: Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	222
Figura 60: Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”	223
Figura 61: Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	224

Figura 62: Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	224
Figura 63: Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”	225
Figura 64: Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	226
Figura 65: Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	226
Figura 66: Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”	227
Figura 67: Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	228
Figura 68: Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	228
Figura 69: Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “ <i>flexión estática</i> ”	229
Figura 70: Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “ <i>corte paralelo a la fibra</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	230
Figura 71: Valores promedio, ensayo mecánico “ <i>dureza</i> ”, probetas del método de pincelado e inmersión	231
Figura 72: Curvas, densidad vs. contenido de humedad, probetas de <i>método de pincelado e inmersión</i>	256
Figura 73: Valor promedio contracción: probetas de la especie maderable <i>Cedrelinga Cateniformis</i> , método de pincelado	266
Figura 74: Valor promedio contracción: probetas de la especie maderable <i>Cedrelinga Cateniformis</i> , método de inmersión	266
Figura 75: Curvas, contracción tangencial vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> , método de pincelado e inmersión	267
Figura 76: Curvas, contracción radial vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> , método de pincelado e inmersión	267

Figura 77: Curvas, contracción longitudinal vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> , método de pincelado e inmersión	268
Figura 78: Curvas, contracción volumétrica vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable <i>Cedrelinga cateniformis</i> , método de pincelado e inmersión	268
Figura 79: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, método de pincelado	277
Figura 80: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, método de pincelado	279
Figura 81: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, método de pincelado	280
Figura 82: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, método de inmersión	287
Figura 83: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, método de inmersión	289
Figura 84: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “ <i>compresión paralela a la fibra</i> ”, método de inmersión	290
Figura 85: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, método de pincelado	299
Figura 86: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, método de pincelado	301
Figura 87: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, método de pincelado	302
Figura 88: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, método de inmersión	309
Figura 89: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, método de inmersión	311
Figura 90: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “ <i>compresión perpendicular a la fibra</i> ”, método de inmersión	312
Figura 91: Ajuste, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, método de pincelado	321
Figura 92: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “ <i>tracción paralela a la fibra</i> ”, método de pincelado	323

Figura 93: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a <i>“tracción paralela a la fibra”</i> , método de pincelado	324
Figura 94: Ajuste, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a la fibra”</i> , método de inmersión	331
Figura 95: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico <i>“tracción paralela a la fibra”</i> , método de inmersión	333
Figura 96: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a <i>“tracción paralela a la fibra”</i> , método de inmersión	334
Figura 97: Ajuste, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> , método de pincelado	343
Figura 98: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> , del método de pincelado	345
Figura 99: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a <i>“flexión estática”</i> , del método de pincelado	346
Figura 100: Ajuste, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> , método de inmersión	353
Figura 101: Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico <i>“flexión estática”</i> , método de inmersión	355
Figura 102: Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a <i>“flexión estática”</i> , método de inmersión	356
Figura 103: Trazado de probetas en la vigueta A	379
Figura 104: Trazado de probetas en la vigueta B	379
Figura 105: Trazado de probetas en la vigueta 1	380
Figura 106: Trazado de probetas en la vigueta 2	380
Figura 107: Trazado de probetas en la vigueta 3	381
Figura 108: Trazado de probetas en la vigueta 4	381
Figura 109: Trazado de probetas en la vigueta 5	382
Figura 110: Trazado de probetas en la vigueta 6	382
Figura 111: Trazado de probetas en la vigueta 7	383
Figura 112: Trazado de probetas en la vigueta 8	383
Figura 113: Trazado de probetas en la vigueta 9	384
Figura 114: Trazado de probetas en la vigueta 10	384
Figura 115: Probeta para los ensayos de contenido de humedad, densidad y contracción	385
Figura 116: Probeta para ensayo de compresión paralela a la fibra	385

Figura 117: Probeta para los ensayos de compresión perpendicular a la fibra y dureza	386
Figura 118: Probeta para ensayo de tracción paralela a la fibra	386
Figura 119: Probeta para ensayo de flexión estática	387
Figura 120: Probeta para ensayo de corte paralelo a la fibra	387

RESUMEN

La presente investigación se basó fundamentalmente en determinar la influencia de la grasa de vacuno en las propiedades físico-mecánicas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* para su uso como material mejorado en la construcción de edificaciones. Por tal motivo, la metodología utilizada consistió en extraer ejemplares y conservarlos con grasa de vacuno por los métodos de pincelado e inmersión, en tres aplicaciones; la primera a los 2 días de cortados los árboles, la segunda a los 28 días de la primera aplicación y la tercera a los 30 días después de la segunda aplicación. Las muestras para los ensayos se obtuvieron del bosque “Santo Domingo”, caserío Santa Fe, distrito de Santa María de Nieva, provincia de Condorcanqui, región Amazonas, cuya preparación y acondicionamiento se realizó en la misma localidad y los ensayos en el laboratorio de CITEmadera, de la ciudad de Lima. Finalmente los resultados encontrados por el método de pincelado del módulo de elasticidad es 90359.444 kg/cm², compresión paralela a las fibras 150.463 kg/cm², compresión perpendicular a la fibra 35.207 kg/cm², tracción paralela a la fibra 261.414 kg/cm², flexión estática 181,482 kg/cm², corte paralelo 15,598 kg/cm² y por el método de inmersión el módulo de elasticidad es 97842,833 kg/cm², compresión paralela a la fibra 191,547 kg/cm², compresión perpendicular a la fibra 42,576 kg/cm², tracción paralela a la fibra 241.847 kg/cm², flexión estática 208.483 kg/cm², corte paralelo 19.126 kg/cm².

Palabras clave: madera, grasa de vacuno, preservación, físico mecánicas, pincelado, inmersión.

ABSTRACT

The present investigation was fundamentally based on determining the influence of beef fat on the physical-mechanical properties of the timber species *Cedrelinga cateniformis* for its use as an improved material in the construction of buildings. For this reason, the methodology used consisted of extracting specimens and preserving them with beef fat by brushing and immersion methods, in three applications; the first 2 days after the trees were cut, the second 28 days after the first application and the third 30 days after the second application. The samples for the tests were obtained from the “Santo Domingo” forest, Santa Fe farmhouse, Santa María de Nieva district, Condorcanqui province, Amazonas region, whose preparation and conditioning were carried out in the same locality and the tests in the CITEmadera laboratory. , from the city of Lima. Finally, the results found by the method of brushing the modulus of elasticity is 90359.444 kg/cm², compression parallel to the fibers 150.463 kg/cm², compression perpendicular to the fiber 35.207 kg/cm², traction parallel to the fiber 261.414 kg/cm², bending static 181.482 kg/cm², parallel cut 15.598 kg/cm² and by the immersion method the modulus of elasticity is 97842.833 kg/cm², compression parallel to the grain 191.547 kg/cm², compression perpendicular to the grain 42.576 kg/cm², traction parallel to the grain 241,847 kg/cm², static bending 208,483 kg/cm², parallel cut 19,126 kg/cm².

Keywords: wood, beef fat, preservation, physical-mechanical, brushing, immersion

I. INTRODUCCIÓN

La madera, es el material por excelencia más noble que jamás la especie humana ha utilizado tanto en la industria como en la construcción, es probablemente el único recurso renovable que se utiliza a gran escala y que su aprovechamiento no daña al medio ambiente, no puede circunscribirse a un período más o menos largo de la humanidad, ya que es un material que de forma permanente se ha utilizado en la construcción, estando presente a lo largo de toda la historia de la civilización. Así, en las zonas de abundantes bosques la madera constituía la totalidad de la edificación, desde su estructura, hasta los cerramientos y cubierta. En zonas con menor cantidad de madera, ésta se usaba en la cubierta y en su estructura horizontal. (Robles et al. 1983).

Como material estructural, la madera ofrece ciertas ventajas importantes en comparación con otros materiales, así como por ejemplo para resistir a los sismos. La madera es resistente pero ligera, por lo cual los movimientos telúricos no generan tanta energía de respuesta en edificios de madera como lo hacen en otro tipo de construcciones. Como ventaja adicional, los sistemas de estructura de madera son más flexibles que otros materiales, por lo que absorben y disipan mejor la energía de deformación acumulada. (Bazán, 2007).

Con respecto al diseño y construcción con madera, se tiene el Reglamento Nacional de Edificaciones (E 0.10- Madera), y las Normas Técnicas Peruanas 251, y para el tratamiento de preservación las N.T.P. 251.019 y 251.020.

La madera luego de ser extraída de la superficie arbórea y haciendo uso de ellas presenta falencias de debilidad a la humedad y deformación con el aumento de temperatura, además es muy susceptible de ser atacada por insectos, hongos y otros agentes nocivos que la degradan, lo cual disminuye la vida útil de este importante material estructural; por estas razones se ha desarrollado diversos métodos de preservación, los cuales evitan que estos agentes nocivos deterioren la madera.

La facilidad de preservación de la madera, su resistencia y su poco peso, le hacen muy recomendables para su uso en la construcción de edificaciones. Por lo que, se conoce empíricamente que la aplicación de grasa de vacuno en la madera de la especie *Cedrelinga cateniformis*, mejora las propiedades físico mecánicas de estas, por el cual en el presente trabajo de investigación se aplicará esta grasa de vacuno en dos métodos de aplicación (pincelado e inmersión).

Andrade (2014), en su estudio realizó pruebas de control de los hongos, con pinturas sin preservante y de pinturas con preservante, concluyó que la pintura sin el preservante antimancha es ineficiente para controlar el manchado de la madera por los mohos. En cambio, Gonzales *et al.* (2015), concluyó que, en la actualidad, se requiere de procesos o métodos sostenibles basados en aditivos ecológicos más amigables con el medio ambiente para el mejoramiento de las características de la madera y/o para su preservación, tratando en lo posible de generar productos con valor añadido y funcionalidad, y que presenten eficacia costo – beneficio. Por su parte, Sotomayor & Villaseñor (2016), de la obtención de sus resultados sugirió que la capacidad de retención de sales de boro de la madera depende, principalmente, de la especie, y no está relacionada con su densidad. Él concluyó que el acomodo y constitución de los elementos anatómicos de la madera, por ejemplo, el espesor de la pared celular y la proporción de tejidos que conforman una capa de crecimiento, influyen en la facilidad para el preservado. En ese orden de idea Ibáñez *et al.* (2016), hallaron un incremento en la concentración de Zinc (Zn) durante el primer tratamiento (de 3% a 6%), lo cual no mejoró la durabilidad de la madera. Además, los tratamientos solo con la solución de sales de zinc, así como aquellos que aplican boro como segundo tratamiento por pincelado, no protegieron la madera en contacto con el suelo. En cambio, los tratamientos en los que aplicaron boro por vacío – presión – vacío resultaron adecuados para madera a la intemperie en contacto con suelo, a pesar de que no fueron tan efectivos como el CCA (óxidos de cobre, cromo y arsénico).

En ese sentido, Sotomayor *et al.* (2018), determinó que el baño caliente-frío (método de inmersión) es un método eficiente para impregnar con sales de boro la madera y que la retención de un curador (para el caso de su investigación el boro) dependerá de la especie de madera estudiada. En cuanto al mismo tema, Alfieri (2018), encontró que la modificación química de los elementos constituyentes de la madera es un tratamiento eficaz, a largo plazo y sin mantenimiento contra el deterioro y la degradación causados por los diferentes agentes bióticos y abióticos cuando está se encuentre en servicio y además dijo que el agente químico que se escoja mejorará diferentes propiedades dependiendo de su naturaleza físico química. Por otra parte, Casado *et al.* (2019), en su estudio determinó que la madera *Populus spp.* tratada con nanopartículas de plata garantizó una mayor durabilidad frente a hongos que la madera sin el mencionado tratamiento. En ese orden de idea Kamperidou (2019), demostró que la madera de la especie pino negro sometida a tratamiento térmico y de organosilanos presentó una

mejora significativa en su durabilidad y en su resistencia a los microfungos respecto a la no tratada, generando estos tratamientos una acción protectora para la madera.

Kölle *et al.* (2019), determinó que en la acetilación a tres aplicaciones secuenciales de madera con *Rhodonía placenta* (a modo preservante), pudo apreciar que la resistencia a la degradación fue mejorando secuencialmente a mayor número de aplicaciones. Según Sharapov *et al.* (2020), la impregnación a presión de vacío de un conservante a base de cobre (Korasit KS-M) en la especie maderable pino silvestre (*Pinus sylvestris L.*) varió el contenido de humedad de la madera positivamente, y además dicho tratamiento tuvo una influencia significativa en su resistencia, incrementándola. Por su parte, Bollmus *et al.* (2020), concluyó que el tamaño molecular y la capacidad de penetrar de un preservante en la pared celular de una madera, pueden ser cruciales en la modificación de las propiedades elasto-mecánicas de la madera. En su estudio ellos determinaron, además, que tras curar con los agentes de modificación: una resina melanina - folmaldehído (MF), una resina fenol-formaldehído bajo peso molecular, una resina de fenol-formaldehído de mayor peso molecular y una dimetilol dihidroxielenurea (DMDHEU), este tratamiento resultó perjudicial para las propiedades elasto - mecánicas de la especie maderable pino silvestre (*Pinus sylvestris L.*).

Por su parte, Machuca (2014), analizó los procesos de preservación y secado de la madera aserrada en la industria de la madera en la región Loreto, indicó que, de los métodos utilizados en estos procesos de transformación, el método por inmersión simple se utiliza por el 92 % de las industrias de transformación. Así mismo determinó que las causas fundamentales del origen de las deficiencias en la madera son ocasionadas por el deficiente preservado (mezcla no homogénea de preservantes) y exceso de tiempo de espera de la madera para ingresar a los hornos de secado. Pinchi (2016), realizó un estudio que evalúa el comportamiento de dos programas de secados artificiales de la especie maderable *Virola* sp. el estudio comparó dos tipos de secado, el primero consta de 10 etapas (1 de calentamiento, seguida de 9 de secado) el segundo fue propuesto por el autor, contando con las mismas etapas, variando en el número de horas de 3 etapas de secado (4, 5 y 6; en las cuales redujo las horas de 24 a 20). Encontró con el primer tipo de secado una humedad final de 9% en 168 horas (7 días), y el segundo tipo de secado alcanzó una humedad final de 8% en 156 horas (6 días y medio). Por su parte, Moreno (2017), concluyó que la técnica de aplicación de preservantes en madera más eficiente y económica es la de inmersión.

Espinoza & Macavilca (2018), usaron el software SAP 2000 para modelar el prototipo de un tijeral de madera de la especie Chontaquiro (*Diplotropis sp*), obteniendo resultados acertados comprobados con los ensayos que realizó, y clasificó a la mencionada especie como madera estructural. Asimismo, Bacalla & Díaz (2017), estudiaron las características estructurales para armaduras de dos especies maderables, de las cuales una fue *Cedrelinga cateniformis*, luego de su estudio concluyeron que las propiedades físico mecánicas encontradas para dicha especie son favorables para su uso como madera estructural.

Por lo que, resulta fundamental clasificar a la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por sus propiedades físico mecánicas al aplicar grasa de vacuno para resolver el problema existente y potenciar su empleo como material de curado y garantizar confiabilidad en su uso; así mismo, la expansión de la utilización de este recurso generaría mejoras sustanciales en el medio ambiente por la escasa energía requerida a utilizar para su preservación. Para ello, como objetivo principal se determinó la influencia de la grasa de vacuno en las propiedades físico mecánicas de la especie maderable *Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke; y los objetivos específicos comprendieron identificar las características de la grasa de vacuno mediante pruebas de caracterización físico químicas, evaluar el efecto de aplicar grasa de vacuno en el comportamiento y propiedades físico mecánicas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* y generar un modelado del comportamiento estructural de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* usando el software SAP 2000.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la presente investigación, los ensayos físico - mecánicos de la madera Cedrelinga cateniformis, se realizaron en el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITEmadera, en su sede de la ciudad de Lima.

2.1. ZONA DE ESTUDIO:

Se extrajeron piezas arbóreas del bosque Santo Domingo, ubicado en el caserío de Santa Fe, distrito de Santa María de Nieva, provincia de Condorcanqui, región Amazonas.

Cuyas características locales consideradas son las siguientes:

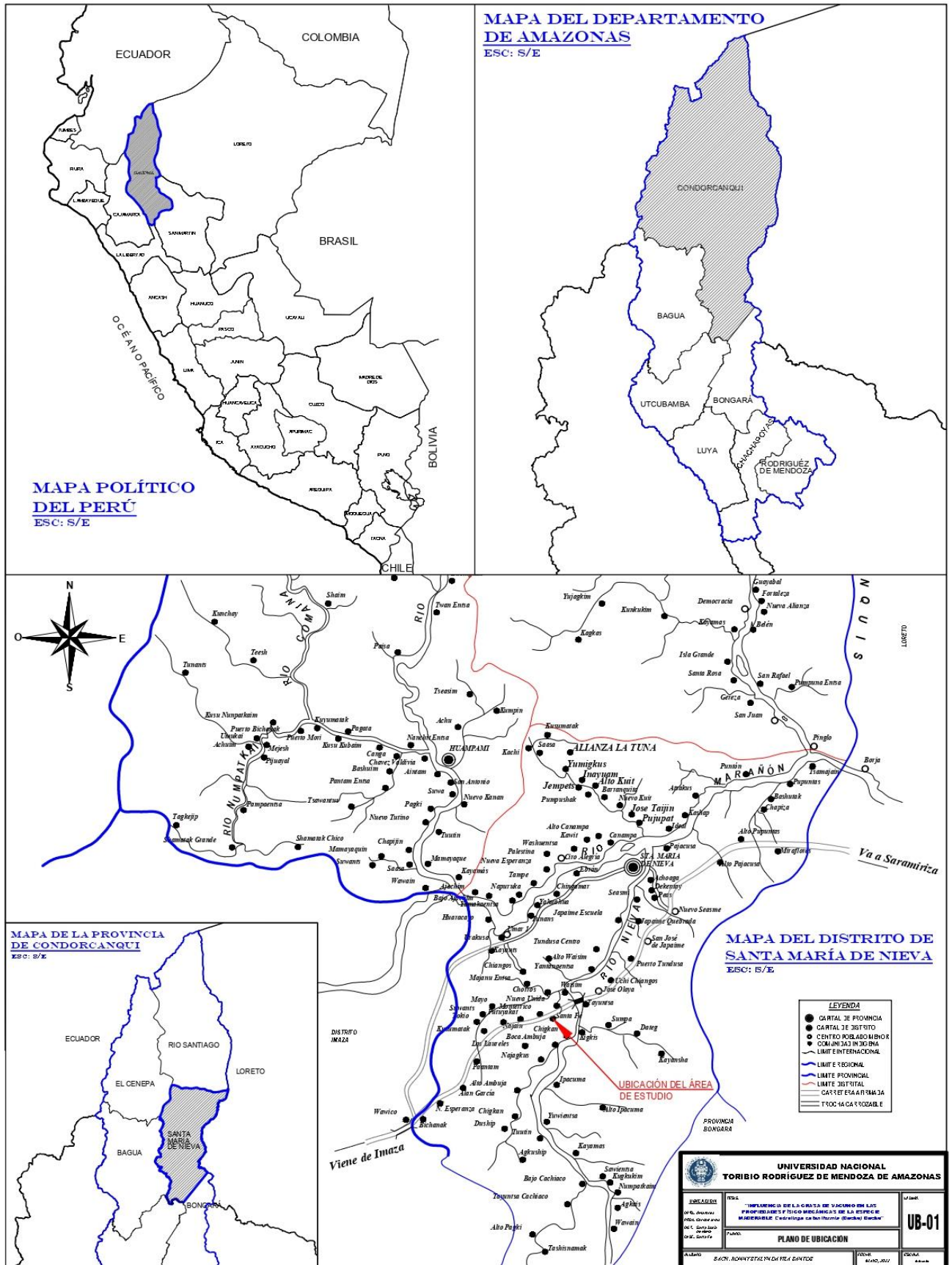
- Coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator).

N°	ESTE	NORTE
1	832208	9460696
2	831880	9461259
3	831719	9461557
4	831122	9461115
5	831729	9460100

- Altitud promedio: 230 msnm
- Temperatura promedio: 26 °C
- Humedad relativa: 90%
- Precipitación anual: 1000-1500 mm
- Topografía: Accidentada

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona de extracción de piezas arbóreas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*.



2.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS

a. Materiales

✓ Materiales de campo:

- Equipos de protección personal (chaleco, casco, guantes, lentes, tapones)
- Útiles de escritorio (papel, lápices, plumones, etc)
- Marcador de madera
- Sogas
- Pintura acrílica

✓ Materiales de laboratorio:

- Brochas o pinceles
- Guantes
- Otros materiales: clavos, martillo, lápices, reglas.
- Formatos de registro.

b. Herramientas

✓ Herramientas de campo y carpintería

- Garlopa
- Sierra radial
- Sierra Circular
- Desgrosador
- Cepilladora
- Caladora
- Calculadora
- Machetes
- Flexómetro
- Palancas

✓ Herramientas de laboratorio

- Cronometro.
- Deflectómetros.
- Vasos volumétricos.
- Punzón.
- Cocina y bidón de gas
- Recipientes para cocción
- Espátula y cucharón de aluminio

- Vasos volumétricos
- Tubo de ensayo con tapón de tapa rosca
- Pipeta Pasteur
- Lata contenedora de grasa
- Superficie de sujeción
- Contenedor de d=30cm y h=30cm
- Pinzas de sujeción de probeta
- Base para apilamiento de muestras curadas
- Vernier electrónico, con aproximación de 0,005 cm.
- Accesorios correspondientes a cada ensayo.

c. Equipos

✓ **Equipos de campo**

- GPS (Garmin Montana 680)
- Motosierra STIHL MS 651

✓ **Equipos de laboratorio**

- Cromatógrafo de gases
- Detector de ionización de llama (FID)
- Horno
- Inyector Split
- Horno desecador.
- Campanas desecadoras.
- Balanza Electrónica de precisión.
- Prensa Universal de Ensayos Mecánicos Tinius Olsen.

✓ **Equipos de gabinete**

- Calculadora Científica Hp 50G.
- Computadora portátil (laptop).
- Impresora.
- Scanner.
- Recursos bibliográficos.

2.3. SELECCIÓN DE INDIVIDUOS

La presente investigación fue de tipo descriptiva experimental porque se sustenta en el análisis e interpretación de datos obtenidos en el laboratorio después del proceso de curado con grasa de vacuno a las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*.

a. Definición de la población

La población estuvo compuesta por todos los árboles de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke (tornillo).

b. Determinación del número de árboles a seleccionar

Previo a la determinación de la cantidad de árboles a seleccionar, se realizó una visita de campo al bosque “Santo Domingo” y de acuerdo con la observación visual de diferentes parámetros como son: anatomía, constitución de los árboles y facilidad de transporte, se consideró tomar trozas de 2.60 metros, Bacalla & Díaz (2017).

En la siguiente tabla se muestra el número de trozas:

Tabla 1

Determinación del número de trozas necesarias.

Volumen total de madera (pie tablar)	Volumen efectivo por troza (pie tablar)	N° de trozas necesarias
169.5	42.37	4

c. Determinación del lugar de extracción dentro del bosque

El lugar de extracción de las piezas arbóreas dentro del bosque se seleccionó al azar teniendo en consideración la accesibilidad a la zona, de tal manera que las piezas a seleccionar tengan las mismas probabilidades ante cualquier otra de ser seleccionada.

d. Selección de las piezas arbóreas

Las piezas arbóreas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, fueron seleccionadas al azar dentro del lugar de extracción, conforme a la NTP N° 251.008, la cual se basa en que cualquiera de ellas tenga las mismas posibilidades de ser seleccionadas ante cualquier otra.

Las coordenadas UTM de las piezas arbóreas seleccionadas, tomadas con GPS Garmin Montana 680 son:

- **Método de pincelado**
 - Árbol 1: N: 9461228 y E: 831706
 - Árbol 2: N: 9461178 y E: 831627
- **Método de inmersión**
 - Árbol 3: N: 9461068 y E: 831495
 - Árbol 4: N: 9461061 y E: 831428

e. Talado, Trozado de los árboles

Los árboles seleccionados se talaron haciendo uso de una motosierra, tomado como referencia el nivel de terreno a 0+000, a partir de ahí el corte en el fuste seleccionado se realizó a una altura de 1.00 m.

De cada árbol se extrajo 01 troza, obteniendo un total de 04 trozas, 02 para cada método de aplicación (pincelado e inmersión) de grasa de vacuno.

f. Aserrado de las Trozas

Una vez extraída la madera, se le procedió a transformar en “madera en bruto”, hasta la condición de trozas de madera.

Las trozas de madera fueron aserradas de acuerdo al detalle de la figura 2, para obtener lonjas que posteriormente fueron macro codificadas según su ubicación dentro de la troza y árbol de procedencia.

De cada lonja se obtuvo viguetas de los siguientes tipos: “A, B, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10”, tal como se muestra en la figura 2, de las cuales se tuvo las siguientes secciones:

- Tipo: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, secciones de 6 cm x 6 cm.
- Tipo: A y B, secciones de 4 cm x 4 cm.

Figura 2

Detalle de aserrado de trozas.



g. Obtención de viguetas

Una vez puestas las viguetas en el taller de carpintería, se procedió a cepillarlas a fin de lograr secciones de 5 x 5 cm, 3 x 3 cm y 2.5 x 2.5 cm (conservando los lados de la macro codificación).

h. Trazado de las Probetas

Para determinar el lugar de ubicación de las probetas dentro de las viguetas, se trazó en dimensiones de acorde a la codificación (ver tabla 2) y detalles de los planos, en los cuales se determinó que de cada vigueta se obtendría 15 probetas.

Tabla 2

Ítems de codificación de probetas.

N° de árbol de procedencia	N° de método de curado	N° de modalidad de ensayo	N° de probeta
----------------------------	------------------------	---------------------------	---------------

Posteriormente se realizó una clasificación visual, para ello se codificó todas las probetas necesarias en las viguetas obtenidas (Ver anexo 4).

2.4. MUESTREO

a. Normas de muestreo

Para la selección y colección de muestras de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, se utilizó la Norma Técnica Peruana 251.008 (Maderas: Selección y colección de muestras).

b. Principio del método del muestreo

En la selección y colección de muestras se empleó el sistema de seleccionado al azar de acorde a lo estipulado en la NTP 251.008, el cual consiste en que cada uno de los elementos componentes (zona, planta, troza) presenten igualdad de posibilidades para su elección respecto a otros de su clase, en relación a la población que existió. Por lo que, para la precisión que se requirió en esta investigación, se seleccionó 4 árboles al azar, de los cuáles se obtuvieron 4 trozas de 2.60 m de longitud (1 troza por árbol).

c. Descripción del método

Consiste en realizar un muestreo al azar para la selección de probetas de la especie maderable, destinada al estudio de sus propiedades físico-mecánicas, la cual comprende las siguientes etapas:

- Definición de la población.
- Selección de la zona, sector y bloque.

- Selección de los árboles.
- Selección de las trozas.
- Selección de las viguetas dentro de las trozas.
- Obtención de las probetas dentro de las viguetas.

d. Procedimiento de muestreo

- **Definición de la población:**

La población es exclusivamente de madera Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke).

- **Selección de la zona:**

Para la selección de la zona se conoció con anterioridad el volumen de madera existente de la especie en estudio por unidad de superficie, en cada una de las zonas cuya población se desea investigar desde el N° 1 al N° 100 resultante del volumen acumulado hallado, se seleccionó por medio de una tabla de números aleatorios; tantos números como árboles sean necesarios; la selección se realizó por reemplazamiento, es decir que una misma zona puede ser seleccionada más de una vez.

- **Selección de árboles:**

- **Determinación del centro de actividad dentro de la zona, sector o bloque:**

Para cada zona seleccionada se buscó un centro de actividad utilizando cualquier esquema conveniente, que pueden ser retículos numerados sobre mapas de la zona, sector o bloque, que luego fue seleccionada al azar.

- **Cantidad de árboles a seleccionar:**

Esto dependió del grado de precisión que se debe lograr en los diferentes ensayos, para la presente investigación se seleccionaron 4 árboles.

- **Identificación botánica:**

Estando el árbol en pie y también luego de voltearlo, se registró los datos referentes al árbol en la ficha de campo (Ver anexo 2). Una vez volteado el árbol se tomó muestras de hojas, flores, y/o frutos, ramitas y cortezas si los tuviere para su identificación botánica posterior. El material botánico así obtenido fue herborizado de acuerdo a las técnicas recomendadas.

- **Selección de Trozas:**

Una vez dividido el fuste en trozas de longitud ($L=2.60$ m), se les asignó a estas, valores porcentuales de acuerdo con el volumen que la troza represente dentro del fuste

y se seleccionó un número de trozas (4) que satisfaga al número de probetas necesarias por ensayo.

Las trozas obtenidas fueron marcadas convenientemente en forma indeleble para su fácil identificación.

- **Selección de la vigueta dentro de la troza:**

De la troza obtenida se cortó una pieza de madera al azar, abarcando de corteza a corteza; de tal forma que la médula quede excluida, de esta se obtuvo la vigueta por cualquier método aleatorio conveniente.

- **Obtención de la probeta:**

De las viguetas seleccionadas, se tomó probetas con medidas de acorde a los ensayos físicos y mecánicos a realizar.

e. Variables de estudio

- **Variables Independientes (X):**

- **Grasa de vacuno:**

Se obtuvo al hervir el tejido graso animal, y se enfrió a temperatura ambiente. Fue la elevada temperatura la que separó la grasa del tejido animal.

- **Rango de valores:**

Se obtuvo del 40-50% de grasa de vacuno líquida lista para el proceso de curado de un 100% de grasa en bruto (materia prima), se destaca que solo se usó grasa en bruto, sin la adición de agua.

Se cocinó la grasa en bruto a temperaturas de 45-50 °C durante un período de 3 horas esto de acuerdo a lo considerado por Rebechi (2009).

- **Variable Dependiente (Y):**

- ✓ **Propiedades Físico – Mecánicas:**

- Las propiedades físicas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* evaluadas fueron: Contenido de humedad, densidad y contracción.

- Las propiedades mecánicas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* evaluadas fueron: Compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, Tracción paralela a la fibra, flexión estática, corte paralelo a la fibra y dureza.

f. Métodos

En la presente investigación se utilizó el método analítico - deductivo - reflexivo en cuanto al todo se separó en partes, de las cuales se conocieron y analizaron sus resultados; se consideraron las siguientes etapas:

- **Primera etapa:**

Caracterización de parámetros físico – químicos de la grasa de vacuno.

- ✓ **Pruebas físico – químicas de la grasa de vacuno:**

De acuerdo a Rebechi (2009), se caracterizó la grasa de vacuno con lo cual se la tipificó y se determinó sus características físico – químicas de acuerdo a lo siguiente:

El perfil de ácidos grasos de las fracciones lipídicas de la grasa de vacuno, se realizó mediante Cromatografía de gases.

En principio se realizó el fraccionamiento de la grasa, es decir se separó sus fracciones constitutivas mediante un enfriamiento controlado, seguidamente se evaluó el perfil de ácidos grasos.

El método de cromatografía de gases se basó en la modificación de los ésteres a ésteres metílicos, los cuales son más volátiles, además se pudo conocer a través de estándares la composición de cada éster metílico en la grasa (Narváez *et al*, 2005).

El perfil de ácidos grasos que se requirió para el presente estudio es el siguiente: Mirístico, Palmítico, Estereárico, Oleico, Linoleico, Araquidónico y Benohico.

Este proceso realizado se explica de manera detallada a continuación:

- ✓ **Preparación de Metil Ésteres de Ácidos Grasos (FAMEs)**

Fue una etapa previa a la identificación de los ácidos grasos en Cromatografía de Gases, la cual se realizó de acuerdo a Brondz (2002); la metilación implicó despolarizar al grupo carboxilo de las grasas y así convertirlos en FAMEs; éstas fueron más volátiles y facilitaron su determinación por GC-FID (Gas Chromatography with Flame Ionization Detector).

Para la metilación de las muestras se siguió el método propuesto por Salimon *et al*. (2014). Se tomó 0.15 g de extracto graso (por triplicado) a un tubo de ensayo con tapón de tapa rosca (10 ml), se añadió 2 ml de n-hexano más 1 ml de solución

de KOH metanólica a las muestras. Luego, se agregó 1,2 ml de HCl (1,0 M), se procedió a agitar a 6000 rpm por 30 seg y se sometió a Baño María por 2 min a 70 °C. Después de haberlo separado por fases, se añadió 1 ml de n-hexano. La fase superior de la solución que contuvo la FAME se transfirió con ayuda de una pipeta Pasteur a un vial ámbar (2 ml) de análisis, y se inyectó 1,0 µl de solución en el GC-FID.

✓ **Identificación y cuantificación de ácidos grasos por GC-FID**

Análisis de FAMEs:

El análisis de ésteres metílicos de ácidos grasos se realizó utilizando el instrumental cromatográfico de Salimon et al. (2014), con un equipo Agilent Technologies 7890B Series GC System (U.S.A.), el cual se acopló a un detector de ionización de llama (FID) luego se separó y cuantificó de las FAMEs. Se inyectó 1,0 µl de solución de la muestra, la detección se realizó con el uso de una columna capilar DB-WAX UI (30 m, D.I. 0.320 x 0.50 µm; USA). La temperatura del horno se varió desde los 50 °C (2 min) hasta 250 °C (10 min) a razón de 12 °C/min. La temperatura del detector fue 300 °C. El gas de arrastre que se empleó fue helio (99,995%), a un flujo de 40 cm/s. El inyector Slit (10:1) se mantuvo a 250 °C y el volumen de inyección fue de 1,0 µl. La identificación de los metil ésteres de los ácidos grasos se realizó por comparación directa de sus tiempos de retención con un patrón FAME (Fatty Acid Methyl Ester Mix Supelco 37 component Cas. N° CRM47885). La cuantificación se realizó por cálculo de la fracción existente en cada muestra en relación a la que contuvo el patrón FAME.

El análisis físico - químico de la grasa de vacuno se realizó en Certificational Certificaciones y Calidad S.A.C., laboratorio acreditado por INACAL (Instituto Nacional de Calidad), para ello se utilizó una muestra de grasa de vacuno de 1200 gr.

✓ **Elaboración y acondicionamiento de probetas**

La elaboración y acondicionamiento de probetas es el producto final del proceso de muestreo y es un proceso muy importante dentro de esta investigación, por cuanto de esta operación dependió el obtener muestras adecuadas y representativas en concordancia con las normas y así lograr resultados confiables. La elaboración y acondicionamiento de la madera, inició con la

elección del bosque del cual se obtienen las muestras y finalizó con el traslado de las probetas hacia el laboratorio para la realización de los ensayos correspondientes.

✓ **Determinación del número de muestras a ensayar**

El número de muestras a ensayar estuvo condicionado por:

- La naturaleza de la investigación
- Los ensayos de laboratorio considerados para la presente investigación
- La disponibilidad de recursos.

Según las condiciones anteriores, se determinó que para esta investigación se necesitaría 30 muestras (probetas o especímenes) por ensayo, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3

Número de probetas a utilizar por cada ensayo en la presente investigación.

Tipo de ensayo	N°	Modalidad de ensayo	Tipo de aplicación		Total de pruebas por modalidad de ensayo
			Pincelado	Inmersión	
Físicos	1	Contenido de humedad	30	30	60
	2	Densidad	30	30	60
	3	Contracción	30	30	60
	4	Compresión paralela a la fibra	30	30	60
	5	Compresión perpendicular a la fibra	30	30	60
Mecánicos	6	Tracción paralela a la fibra	30	30	60
	7	Flexión estática	30	30	60
	8	Corte paralelo a la fibra	30	30	60
	9	Dureza	30	30	60
				Total	540

✓ **Cálculo del volumen total de muestras a ensayar**

Para calcular el volumen de madera a utilizar se tomó en cuenta las normas correspondientes de acuerdo con los ensayos físicos y mecánicos a ejecutar. En ese sentido se consideró utilizar treinta (30) probetas por modalidad de curado (pincelado e inmersión) de *Cedrelinga cateniformis*. Las dimensiones de estas se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 4*Dimensiones de las probetas a ensayar.*

Tipo de ensayo	N°	Modalidad de ensayo	Dimensiones de pruebas		
			H(cm)	b (cm)	L (cm)
Físicos	1	Contenido de humedad	3	3	10
	2	Densidad	3	3	10
	3	Contracción	3	3	10
	4	Comprensión paralela a la fibra	5	5	20
	5	Comprensión perpendicular a la fibra	5	5	15
Mecánicos	6	Tracción paralela a la fibra	2.5	2.5	46
	7	Flexión estática	5	5	76
	8	Corte paralelo a la fibra	5	5	6.3
	9	Dureza	5	5	15

Las dimensiones que se muestran en la tabla anterior para cada una de las probetas son las exactas, pero para efectos de aserrado se tuvo que considerar dimensiones con un incremento del 5% por corte de sierra y por probeta, ya que estas tienen que ser cepilladas para cumplir las condiciones geométricas óptimas. Con referencia a lo anterior se calcularon las dimensiones incrementadas en un 5%, para cada una de las probetas; siendo estas las expuestas en la siguiente tabla:

Tabla 5*Dimensiones incrementadas de las probetas por efectos de corte de sierra y perfilamiento a través del cepillado.*

Tipo de ensayo	N°	Modalidad de ensayo	Dimensiones de pruebas		
			H(cm)	b (cm)	L (cm)
Físicos	1	Contenido de humedad	3.6	3.6	12
	2	Densidad	3.6	3.6	12
	3	Contracción	3.6	3.6	12
	4	Comprensión paralela a la fibra	6	6	24
	5	Comprensión perpendicular a la fibra	6	6	18
Mecánicos	6	Tracción paralela a la fibra	3	3	55.2
	7	Flexión estática	6	6	91.2
	8	Corte paralelo a la fibra	6	6	7.56
	9	Dureza	6	6	18

Luego de calcular las dimensiones incrementadas de cada probeta, se procedió a definir el volumen total de madera en pies tablares, lo cual correspondería al volumen mínimo de madera requerida para la presente investigación:

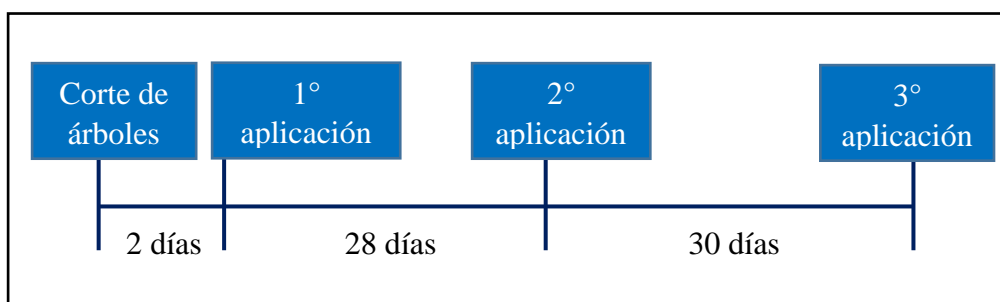
Tabla 6*Volumen total de madera utilizado para los ensayos.*

Tipo de ensayo	Nº	Modalidad de ensayo	Dimensiones de pruebas (incrementadas) 5% desperdicio			Tipo de aplicación		Volumen x Probeta (Pie tablar)	Vol. total mad. x ensayo (Pie tablar)
			H(cm)	B (cm)	L (cm)	Pincelado	Inmersión		
Físicos	1	Contenido de humedad	3.6	3.6	12	30	30	0.07	3.95
	2	Densidad	3.6	3.6	12	30	30	0.07	3.95
	3	Contracción	3.6	3.6	12	30	30	0.07	3.95
Mecánicos	4	Comprensión paralela a la fibra	6	6	24	30	30	0.37	21.93
	5	Comprensión perpendicular a la fibra	6	6	18	30	30	0.27	16.44
	6	Tracción paralela a la fibra	3	3	55.2	30	30	0.21	12.61
	7	Flexión estática	6	6	91.2	30	30	1.39	83.32
	8	Corte paralelo a la fibra	6	6	7.56	30	30	0.12	6.91
	9	Dureza	6	6	18	30	30	0.27	16.44
Volumen total exacto de madera a utilizar para ensayos (Pies tablares)								169.50	

Como segunda sub etapa, la aplicación de grasa de vacuno a las probetas a una, dos y tres aplicaciones por los métodos de pincelado e inmersión.

Estas aplicaciones para ambos métodos de aplicación se realizaron de la siguiente manera:

- **1° aplicación:** Se realizó a 2 días de cortados los árboles.
- **2° aplicación:** Se realizó a 28 días de la 1° aplicación.
- **3° aplicación:** Se realizó a 30 días de la 2° aplicación.

Figura 3*Periodos de tiempo de aplicación de grasa de vacuno.*

A continuación, se detalla los métodos de aplicación utilizados:

✓ **Método de aplicación por pincelado**

Tratamiento que consistió en aplicar la grasa de vacuno con pincel o brocha.

Por lo general, para el tratamiento de madera por el método de pincelado, se usó los preservantes en disolvente orgánico, ya que estos presentaron una penetración superior y menos desgaste (Moreno, 2017).

Casado et al. (2019), afirma que en la actualidad existe un interés creciente por el desarrollo de preservantes de madera que sean naturales y no tóxicos, y que puedan reemplazar los productos químicos convencionales utilizados para dicho fin. Siguiendo esta ideología, en el presente trabajo, el preservante que se utilizó es la grasa de vacuno.

La aplicación se realizó dando tres manos del preservante y dejando un determinado tiempo de secado entre cada una. El preservante logró niveles de absorción sólida de entre 150 a 250 gr/m² (Criollo, 2018).

Se formó una fina película en la superficie (la penetración en maderas con poca permeabilidad fue de hasta 1 mm y en maderas con más permeabilidad de 2 a 3 mm), siendo de muy baja protección (Criollo, 2018).

Para realizar la aplicación, la superficie a tratar estuvo libre de suciedad y revestimientos.

Este método de aplicación se constituyó en el más simple y usado, por lo general, para tratar pequeñas piezas de madera o aquellas que ya estén siendo usadas en algún tipo de edificación.

✓ **Método de aplicación por inmersión**

Existen dos métodos de inmersión, el método de inmersión breve y el método de inmersión prolongada, siendo este último el que se utilizó para la presente investigación, ya que según Moreno (2017) este es un método efectivo y económico.

✓ **Método de inmersión prolongada**

De acuerdo con la utilidad que se le dio, su clase, las medidas del elemento, contenido de humedad y el tipo de preservante empleado; el período de sumersión de la madera en la materia protectora fue de entre 10 minutos hasta varias semanas. Para el caso de la madera estructural, se tomó 48 horas como período mínimo de sumersión, este período dependió de variables físicas de la madera (tales como permeabilidad, impregnabilidad y densidad), de acuerdo a

las cuáles, el preservante penetró de entre 3 a 10 mm, lo que significa una protección mediana o regular (Moreno, 2017).

Como tercera sub etapa tenemos a la experimentación, la cual consistió en la ejecución de todas las pruebas físicas y mecánicas a la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* que ha sido cubierta por la grasa de vacuno bajo las metodologías de pincelado e inmersión. Se realizó en base a los ensayos que se muestran en el ítem 2.5.

2.5. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Los ensayos se realizaron en estado húmedo superior al 30%, con la finalidad de analizar la madera en sus condiciones más desfavorables posibles, de acuerdo con el rigor de las normas vigentes.

a. Normas utilizadas para los ensayos

Las normas utilizadas como guía para la realización de los ensayos físico-mecánicos de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7

Normas utilizadas para los ensayos.

ENSAYOS	NORMA
1. Contenido de Humedad	NTP 251.010
2. Densidad	NTP 251.011
3. Contracción	NTP 251.012
4. Compresión paralela a la fibra	NTP 251.014
5. Compresión perpendicular a la fibra	NTP 251.016
6. Tracción paralela a la fibra	NORMA D 143-94
7. Flexión estática	NTP 251.017
8. Corte paralelo a la fibra	NTP 251.013
9. Dureza	NTP 251.015

b. Bases para el tratamiento de datos

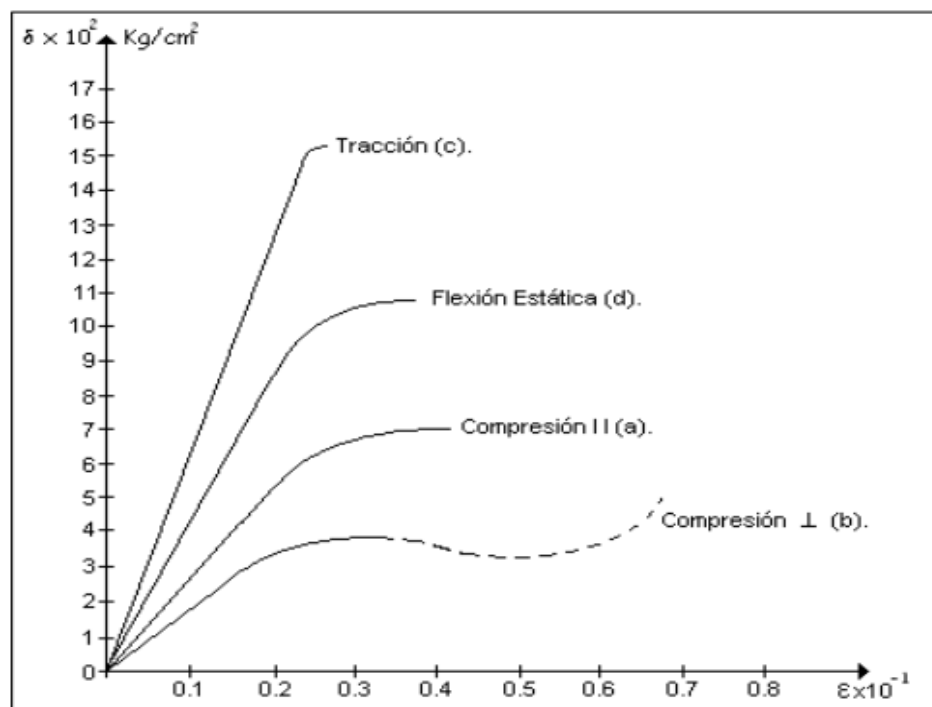
El tema de investigación en materia de “Propiedades físico- mecánicas de la Madera” no es novedoso, pues ya ha sido desarrollado por otros autores, los cuales han establecido ciertos “lineamientos” para el tratamiento de datos. Motivo por la cual en nuestra investigación se utilizó los lineamientos desarrollados en la tesis “*Alteración de las propiedades Físico-mecánicas de la Madera Tipo Pinus Radiata, Luego de Ser Sometida a Tratamiento de Preservación*”, elaborado por Franz Lonardi Bazán Montoya, Cajamarca- Perú 2010.

Los lineamientos en mención hacen incidencia en las gráficas de comportamiento “Esfuerzo-Deformación Unitaria” de los ensayos de carácter mecánico, los cuales son los siguientes:

- ✓ A un esfuerzo nulo le corresponde una deformación total nula de la probeta de ensayo.
- ✓ Siendo la madera un material elastoplástico, se ha establecido que la geometría de las curvas “Esfuerzo-Deformación Unitaria”, presentan dos tramos bien diferenciados: El tramo Elástico y el Tramo Plástico.
- ✓ El tramo elástico, es el primer tramo cuyo comportamiento se ajusta a una línea recta inclinada (Función Lineal) que parte desde cero (0,0) y asciende hasta el punto de “Esfuerzo en el Límite proporcional Elástico”.
- ✓ El tramo plástico, es el segundo tramo cuyo comportamiento se ajusta a una parábola (Función Cuadrática) o a una parábola cúbica (Función Cúbica) según sea el caso; que parte desde el punto de “Esfuerzo en el Límite proporcional Elástico” hasta el punto de “Esfuerzo de Rotura o colapso” (ver: figura 4).
- ✓ La exactitud geométrica de las probetas, la destreza del operador y la calibración de las máquinas; inciden directamente en la calidad de los resultados de cada ensayo.

Figura 4

Curvas típicas de comportamiento Esfuerzo – Deformación Unitaria para maderas.



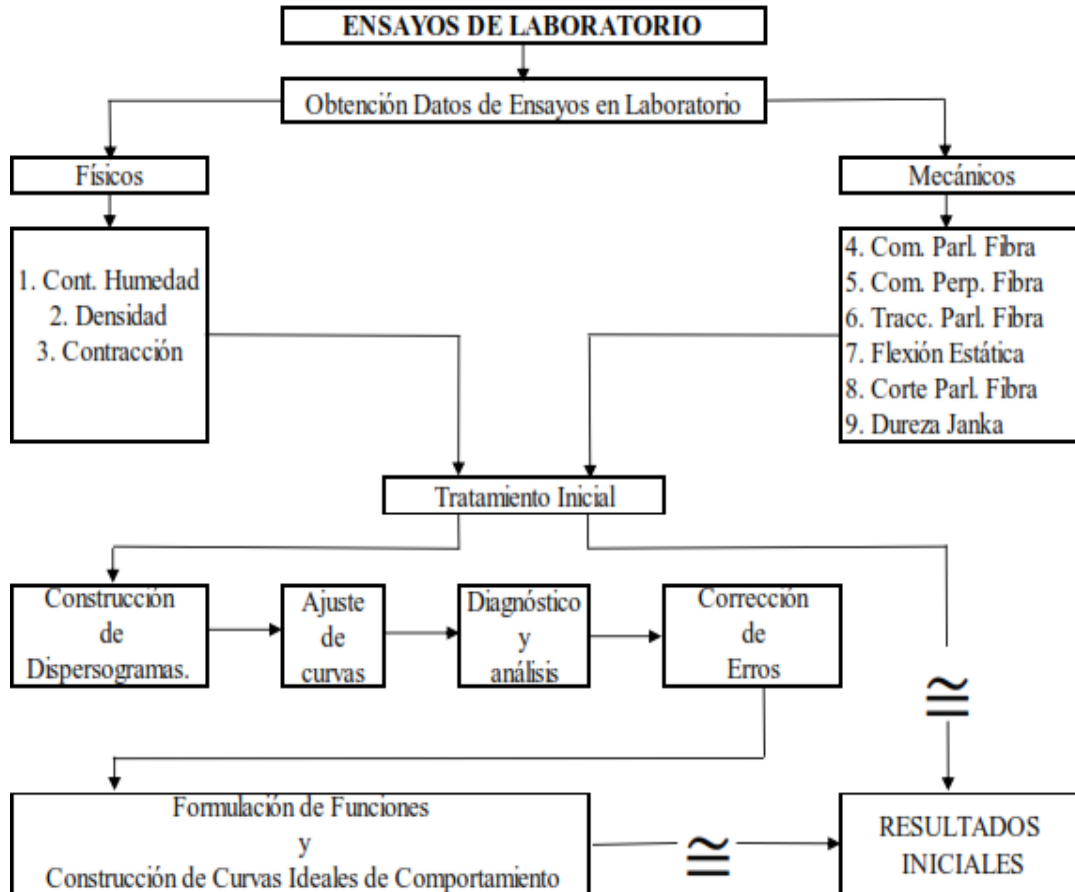
Fuente: Bazán, 2010.

c. Procesos realizados en el tratamiento de datos

El flujograma N° 1, describe de manera explícita y clara todos los procesos realizados para el tratamiento de los datos en cada uno de los ensayos correspondientes.

Figura 5

Procesos realizados en el tratamiento de datos.



Fuente: Bazán, 2010.

Luego de realizar los ensayos en laboratorio y de obtener los datos arrojados por éstos, se procedió de la siguiente manera:

d. Tratamiento inicial de datos

El cual consiste en reemplazar los datos obtenidos de los ensayos en las fórmulas correspondientes, arrojando resultados; los cuales de acuerdo a la naturaleza del ensayo fueron aceptados como “Resultados Iniciales” o fueron sometidos a otros tratamientos para aceptarlos como tales. Este procedimiento lo hemos realizado con la ayuda de un procesador.

e. Construcción de dispersogramas

En algunos ensayos de acuerdo a su naturaleza y como la metodología lo exige se tienen que construir dispersogramas: “Esfuerzo - Deformación Unitaria”, esta operación como su nombre lo indica consistió en la construcción de dichos dispersogramas para su posterior “ajuste”.

f. Ajuste de curvas

La unión consecutiva de los puntos correlativos que conforman el dispersograma “Esfuerzo – Deformación Unitaria”, forman la curva de comportamiento mecánico de la madera ante fuerzas externas para cada ensayo; a esta curva resultante se la tiene que “ajustar” en sus diferentes tramos, mediante tratamientos estadísticos, a fin de lograr las configuraciones establecidas por los esquemas que la bibliografía sugiere para los comportamientos de cada ensayo; con el objetivo de predecir matemáticamente el comportamiento ante las diferentes sollicitaciones externas a las que puede ser expuesta la madera.

En consecuencia, el ajuste de curvas consiste en la selección del modelo matemático que mejor se adapte a los datos del experimento. En nuestro caso hemos buscado que el coeficiente de correlación de cada modelo, se ajuste lo máximo posible a la unidad. Esta operación lo hemos realizado con la ayuda de un procesador.

g. Diagnóstico y análisis de curvas resultantes

Luego de realizado el “Ajuste de Curvas”, se procedió a realizar un análisis de los modelamientos obtenidos para cada experimento:

- ✓ **Diagnóstico:** Luego de ajustar las curvas Esfuerzo – Deformación Unitaria al modelamiento matemático resultante; se define lo siguiente:
 - Los modelamientos matemáticos que mejor se adaptan a los diferentes experimentos son congruentes a los establecidos por la bibliografía existente.
 - Para el caso de las curvas pertenecientes a los ensayos de Compresión Paralela a la Fibra, Tracción Paralela a la Fibra y Flexión Estática; el tramo elástico se ajusta a una función lineal y el tramo plástico se ajusta a la función cuadrática.
 - Para el caso de las curvas pertenecientes al ensayo de Compresión Perpendicular a la Fibra; el tramo elástico se ajusta a la función lineal y el tramo plástico se ajusta a la función cúbica.

- En consecuencia, de lo anterior la forma de las funciones que dominan el comportamiento de las curvas de los diferentes ensayos son:
 - Función lineal: $Y = aX + b; a, b \in R; a \neq 0$
 - Función cuadrática: $Y = cX^2 + dX + e; c, d, e \in R; c \neq 0$
 - Función cúbica: $Y = fX^3 + gX^2 + hX + i; f, gh, i \in R; f$
 - En las gráficas ajustadas se observa que la proyección de la línea de tendencia correspondiente al tramo elástico no intercepta al sistema de coordenadas “Esfuerzo (Y) - Deformación Unitaria (X)”, en el punto (0,0).
- ✓ **Análisis:** Partiremos de la premisa que el comportamiento esfuerzo - deformación unitaria debe de partir del punto (0,0) ya que para un esfuerzo nulo, le debe corresponder una deformación nula, lo cual no se refleja en las gráficas anteriores, ya que observamos que al proyectar la línea correspondiente a la función lineal (tramo elástico) intercepta al eje “X” (deformación unitaria) en algún punto diferente de cero (0) y este efecto es explicable ya que al iniciar las pruebas existen ciertos factores que producen estos desfases y pueden ser:
- Que el deflectómetro no esté calibrado exactamente en cero.
 - Que las caras de las probetas prismáticas no estén perfectamente paralelas, lo cual arroja deformaciones anómalas hasta que la máquina la “acomode”.
 - Que la máquina universal las produzca debido a las compresiones del aceite del sistema hidráulico.
 - Que sea producto de un error humano ya que es muy difícil que el operador de la máquina universal o el lector de las deformaciones logren una precisión absoluta en sus operaciones u apreciaciones.
 - Que los produzca el redondeo de los resultados de los cálculos relativos al “Tratamiento Inicial de Datos”.

Dadas estas teorías explicatorias de lo que habría podido suceder, afirmamos que el comportamiento Esfuerzo-Deformación Unitaria es como se expresa en las “Curvas Ajustadas”, a las cuales se las tienen que “desplazar horizontalmente” hasta hacerlas coincidir con el origen valiéndonos de criterios matemáticos relativos a funciones. Además de los análisis previos se visualiza que el punto del límite de proporcionalidad elástica es el correspondiente a la intersección de la función lineal con la función cuadrática o cúbica según sea el caso; y el punto de esfuerzo máximo es el correspondiente al vértice de la función cuadrática.

h. Corrección de errores

Como hemos deducido líneas arriba, los modelamientos matemáticos de los datos de los experimentos realizados son los correctos; en consecuencia, solamente bastaría con desplazar dichas curvas horizontalmente a través del eje de las “X” (deformación unitaria) hasta hacerlas coincidir con el origen del sistema cartesiano Esfuerzo – Deformación Unitaria, para aceptar dicho comportamiento como verdadero.

i. Determinación de la distancia a desplazar

La distancia “k” que se debe desplazar horizontalmente a los modelamientos matemáticos de comportamiento Esfuerzo – Deformación Unitaria; es la correspondiente a la posición de “X” cuando “Y=0” en la función lineal.

Entonces reemplazando y despejando tenemos:

$$\text{Sea } Y=f(X)=Ax+b; (a,b) \in \mathbb{R} \wedge a \neq 0.$$

$$\text{Si } Y=0 \rightarrow 0=aX+b \rightarrow aX=-b$$

$$X = -b/a$$

$$\mathbf{K = -b/a \dots\dots\dots (1)}$$

Para nuestro caso, “b” en todas las funciones lineales existentes es siempre negativo y “a” siempre positivo; entonces la expresión “K=-b/a” quedaría definida por “k= -(-b)/a” y siempre sería positiva y si K es mayor que cero (k>0), la función se movería a la derecha; pero nuestro objetivo es que la gráfica se mueva hacia la izquierda; en consecuencia el valor de “k” quedaría definida por:

$$\mathbf{K = b/a ; K < 0 \dots\dots\dots (2)}$$

j. Construcción de la función lineal desplazada:

Líneas arriba hemos determinado la distancia “K” que se tiene que desplazar horizontalmente al tramo elástico (función lineal) para hacerla coincidir con el punto (0,0) del eje del sistema cartesiano Esfuerzo - Deformación Unitaria sin alterar su comportamiento, por lo tanto:

$$\text{Si: } Y= f(X) \wedge F(X)= f(X-K)$$

$$\text{Si } Y= Ax + B \quad Y= f(X)= Ax + b$$

$$F(X) = f(X-K) = a(X-K) + b = aX - aK + b$$

$$\mathbf{F(X-K) = aX - aK + b \dots\dots\dots (3)}$$

Reemplazando (2) en (3), tenemos:

$$\text{Si: } f(X-K) = aX - aK + b$$

$$f(X-K) = aX - a \frac{b}{a} + b$$

$$f(X-K) = aX - b + b$$

$$Y = aX$$

La función lineal desplazada horizontalmente, corresponde al tramo elástico. Quedaría definida por:

$$Y = Ax \dots\dots\dots (4)$$

Fórmula 01: función lineal desplazada horizontalmente.

Donde:

Y: Función lineal que domina el tramo elástico (Valor del Esfuerzo para la deformación unitaria “X”).

a: Coeficiente de la variable del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

X: Variable del modelamiento matemático (Deformación Unitaria).

k. Construcción de la función cuadrática desplazada

El criterio adoptado para desplazar horizontalmente la función cuadrática correspondiente al tramo plástico de la curva Esfuerzo - Deformación Unitaria es el siguiente: “Si al tramo elástico (función lineal) de la curva esfuerzo - deformación unitaria se lo desplaza “K” unidades horizontalmente; entonces el tramo plástico (función cuadrática) también tiene que ser desplazado las mismas “K” unidades horizontalmente para que la gráfica esfuerzo deformación unitaria no se desconfigure”, por lo tanto:

$$\text{Si: } f(X) = Y = cX^2 + dX + e$$

Desplazando la función en “K” unidades tenemos:

$$\text{Si: } f(X) = cX^2 + dX + e$$

$$f(X-K) = c(X-K)^2 + d(X-K) + e \dots\dots\dots (5)$$

Reemplazando el valor de “K” en 5 tenemos:

$$f(X-K) = c(X - b/a)^2 + d(X - b/a) + e$$

$$f(X-K) = dX^2 + ((ae - 2bd)/a)X + ((a^2c - abe + b^2d)/a^2)$$

La función cuadrática desplazada horizontalmente, correspondiente al tramo plástico, quedaría definida por:

$$Y = dX^2 + \left(\frac{ae - 2bd}{a}\right)X + \left(\frac{a^2c - abe + b^2d}{a^2}\right)$$

Fórmula 02: función cuadrática desplazada horizontalmente.

Donde:

Y: Función Cuadrática que domina el tramo plástico (Valor del Esfuerzo para una deformación unitaria “X”).

a: Coeficiente de la variable del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

b: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

c: Coeficiente de la variable de segundo grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

d: Coeficiente de la variable de primer grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

e: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

X²: Variable de segundo grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria elevada al cuadrado, del correspondiente Esfuerzo).

X: Variable de primer grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria, del correspondiente Esfuerzo).

1. Construcción de la función cubica desplazada

El criterio adoptado para desplazar horizontalmente la función cúbica al tramo plástico de la curva Esfuerzo - Deformación Unitaria correspondiente al ensayo de Compresión Perpendicular a la Fibra, es el mismo

que el adoptado para Función Cuadrática, por lo tanto:

$$Si: f(X) = Y = fX^3 + gX^2 + hX + i$$

Desplazando la función en “K” unidades tenemos:

$$Si: f(X) = Y = fX^3 + gX^2 + hX + i$$

$$f(X - K) = f(X - K)^3 + g(X - K)^2 + h(X - K) + i \dots\dots\dots (6)$$

Reemplazando el valor de “K” en 6 tenemos:

$$f(X - K) = f\left(X - \frac{b}{a}\right)^3 + g\left(X - \frac{b}{a}\right)^2 + h\left(X - \frac{b}{a}\right) + i$$

$$f(X - K) = fX^3 - \frac{3bfx^2}{a} + \frac{3bfx}{a^2} + \frac{b^3f}{a^3} + (gX^2 - \frac{2bgx}{a} + \frac{b^2g}{a^2}) + hX - \frac{bh}{a} + i$$

$$f(X - K) = (fX^3) + (\frac{-3bf}{a}X^2 + gX^2) + (\frac{3bf}{a^2}X - \frac{2bg}{a}X + hX) + (\frac{-b^3f}{a^3} + \frac{b^2g}{a^2} - \frac{bh}{a} + i)$$

$$f(X - K) = fX^3 + (g - \frac{3bf}{a})X^2 + (\frac{3b^2f}{a^2} - \frac{2bg}{a} + h)X + (\frac{b^2g}{a^2} - \frac{b^3f}{a^3} - \frac{bh}{a} + i)$$

$$Y = f(X - K) = fX^3 + (g - \frac{3bf}{a})X^2 + (\frac{3b^2f}{a^2} - \frac{2bg}{a} + h)X + (\frac{b^2g}{a^2} - \frac{b^3f}{a^3} - \frac{bh}{a} + i)$$

La función cúbica desplazada horizontalmente, correspondiente al tramo plástico, quedaría definida por

$$Y = fX^3 + (g - \frac{3bf}{a})X^2 + (\frac{3b^2f}{a^2} - \frac{2bg}{a} + h)X + (\frac{b^2g}{a^2} - \frac{b^3f}{a^3} - \frac{bh}{a} + i)$$

Fórmula 03: función cuadrática desplazada horizontalmente.

Donde:

Y: Función Cúbica que domina el tramo plástico (Valor del Esfuerzo para una deformación unitaria “X”).

a: Coeficiente de la variable del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

b: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo elástico.

f: Coeficiente de la variable de tercer grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

g: Coeficiente de la variable de segundo grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

h: Coeficiente de la variable de primer grado del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

i: Coeficiente independiente del modelamiento matemático inicial de la “curva ajustada” en su tramo plástico.

X³: Variable de tercer grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria elevada al cubo, del correspondiente Esfuerzo).

X²: Variable de segundo grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria elevada al cuadrado, del correspondiente Esfuerzo).

X: Variable de primer grado del modelamiento matemático (Deformación Unitaria, del correspondiente Esfuerzo).

m. Formulación de funciones y construcción de curvas ideales de comportamiento.

Una vez corregidos los errores y valiéndonos de las fórmulas 1, 2 y 3 deducidas en el numeral anterior, diseñamos dos (2) programas para calculadora científica “HP 50G” con el objetivo de determinar de manera rápida y precisa las funciones que dominen los correspondientes comportamientos “ideales” en los diferentes tramos de las curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los ensayos mecánicos realizados para nuestra investigación (Ver anexo 16).

Estos programas, aparte de deducir dichas funciones también tienen la propiedad de determinar el punto exacto de intersección entre la función relativa al tramo elástico y la función relativa al tramo plástico (Límite de proporcionalidad elástica); y para el caso de la función cuadrática del tramo plástico, el programa respectivo tiene la propiedad de calcular el vértice de la parábola (Punto de Rotura relativo al Esfuerzo de Rotura).

Con la ayuda de estos programas se calculó de manera rápida y precisa las funciones ideales de comportamiento para los diferentes tramos de los diversos ensayos, así como el “Límite de proporcionalidad elástica” y el “Punto de rotura” respectivos; luego de lo cual se procedió a realizar la tabulación respectiva y por ende la construcción de las “Curvas Ideales De Comportamiento” para los diferentes ensayos, lo que para nuestro criterio constituyen los “Resultados Iniciales” de los ensayos mecánicos especificados anteriormente.

2.6. ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

Los ensayos físicos (contenido de humedad, densidad y contracción), se realizaron en el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITE madera, en su sede de la ciudad de Lima.

2.6.1. Contenido de humedad

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.010, proceso de secado en estufa. Una vez pesadas las probetas, se colocaron en la estufa, con el fin de calentarse gradualmente hasta los $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura a la cual alcanzó su estado anhidro o seco al horno, necesario para su posterior tratamiento, asimismo durante dicho proceso se controló y anotó los pesos de las probetas.

Los resultados obtenidos son como se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 8

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “*contenido de humedad*”, probetas del 1 al 15 (árbol I) y del 1 al 12 (árbol II), método de pincelado.

CITE madera		R01-IT70-PO-05						
Lima		v.1						
REGISTRO DE MASAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - MÉTODO GRAVIMÉTRICO								
Producto:		Analista: Davila & Sanchez			Fecha de Inicio: 24-8-21			
Orden de Ensayo de Laboratorio: 1		N° de protocolo:			Fecha Final: 27-8-2021			
Balanza utilizada: Balanza analítica		Estufa utilizada:			Ensayo <input checked="" type="checkbox"/>			
T(°C):		H(%):			Norma utilizada: NTP N° 251-010			
Contramuestra:		<input type="checkbox"/>						

Muestra	Probeta	Masa Inicial (g)	Masa 1 (g)	Masa 2 (g)	Masa 3 (g)	Masa 4 (g)	Masa 5 (g)	Masa Fnal (g)
		*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H
		24/08/21 9:30am	24/08/21 12:30pm	25/08/21 9:30am	25/08/21 12:30pm	26/08/21 9:30am	26/08/21 12:30pm	27/08/21 9:30am
I-1-1	1	54.20	50.18	45.86	45.61	45.39	45.36	45.34
	2	48.68	46.36	44.84	43.46	42.30	41.28	41.28
	3	53.64	51.21	48.76	47.66	46.49	45.47	45.46
	4	57.82	55.98	49.58	49.23	48.98	48.97	48.96
I-1-1	5	54.78	52.01	46.93	46.76	46.52	46.50	46.50
	6	56.38	54.25	48.67	48.29	48.13	48.09	48.07
	7	60.33	57.30	51.84	51.52	51.32	51.30	51.28
	8	58.14	55.05	49.78	49.25	49.09	49.07	49.06
I-1-1	9	51.69	48.14	44.83	44.67	44.49	44.48	44.47
	10	53.40	50.03	47.75	47.43	47.26	47.22	47.19
	11	53.53	49.96	45.16	44.97	44.78	44.76	44.75
	12	63.58	59.11	54.88	54.29	54.10	54.07	54.07
I-1-1	13	55.12	51.23	47.26	46.98	46.82	46.81	46.81
	14	58.99	55.35	50.24	49.97	49.78	49.73	49.73
	15	54.85	51.41	46.96	46.51	46.28	46.23	46.23
II-1-1	1	62.21	61.56	54.75	54.23	54.02	54.01	53.99
	2	60.94	55.98	52.66	52.10	51.89	51.86	51.86
	3	55.54	53.63	47.99	47.74	47.56	47.54	47.55
	4	48.18	45.08	41.83	41.51	41.36	41.36	41.36
II-1-1	5	60.16	55.41	51.98	51.62	51.46	51.45	51.45
	6	54.13	51.21	46.73	46.49	46.31	46.29	46.28
	7	52.25	48.84	44.87	44.67	44.54	44.53	44.49
	8	54.22	51.36	46.66	46.31	46.11	46.11	46.09
II-1-1	9	59.28	55.69	50.91	50.74	50.57	50.55	50.54
	10	56.70	52.64	48.77	48.49	48.32	48.29	48.27
	11	54.12	51.49	46.69	46.37	46.21	46.21	46.19
	12	53.95	51.00	46.01	45.84	45.66	45.66	45.62


Observaciones: _____

*F/H: Fecha y hora de la medición.

*Nota.- Ingresar la data al R02-IT70-PO-05. Determinación del Contenido de Húmedad - Método Gravimétrico (Digital) donde se consideran los factores de corrección aplicado a las masas.

Tabla 9

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “contenido de humedad”, probetas del 13 al 15 (árbol II), método de pincelado; 1 al 15 (árbol I) y 1 al 8 (árbol II), método de inmersión.

		R01-IT70-PO-05 v.1	
REGISTRO DE MASAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - MÉTODO GRAVIMÉTRICO			
Producto:		Analista: Davila & Sanchez	
Orden de Ensayo de Laboratorio: 1		N° de protocolo:	
Balanza utilizada: Balanza analitica		Estufa utilizada:	
T(°C):		Norma utilizada: NTP N° 251-010	
H(%):		Fecha de Inicio: 24-8-21	
		Fecha Final: 27-8-2021	
		Ensayo <input checked="" type="checkbox"/>	
		Contramuestra: <input type="checkbox"/>	

Muestra	Probeta	Masa Inicial (g)	Masa 1 (g)	Masa 2 (g)	Masa 3 (g)	Masa 4 (g)	Masa 5 (g)	Masa Fnal (g)
		*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H
		24/08/21 9:30am	24/08/21 12:30pm	25/08/21 9:30am	25/08/21 12:30pm	26/08/21 9:30am	26/08/21 12:30pm	27/08/21 9:30am
II-1-1	13	52.74	49.66	45.18	44.93	44.73	44.71	44.70
	14	63.48	59.96	53.74	53.54	53.36	53.33	53.32
	15	57.72	53.61	49.56	49.21	49.04	49.00	49.00
I-2-1	1	52.62	50.33	46.05	45.83	45.78	45.78	45.76
	2	56.52	53.20	48.79	48.54	48.47	48.47	48.46
	3	56.58	53.66	49.38	49.18	49.10	49.10	49.08
	4	55.01	52.00	47.73	47.40	47.28	47.28	47.26
I-2-1	5	55.44	52.85	48.66	48.48	48.40	48.40	48.38
	6	53.05	50.08	46.00	45.87	45.80	45.80	45.79
	7	55.09	52.65	47.77	47.44	47.37	47.37	47.37
	8	55.36	52.41	48.93	48.59	48.47	48.48	48.47
I-2-1	9	57.16	53.64	49.16	48.93	48.82	48.85	48.81
	10	51.82	48.63	45.41	45.13	45.06	45.06	45.05
	11	54.64	51.22	47.20	46.95	46.85	46.85	46.85
	12	54.91	51.68	47.90	47.73	47.67	47.67	47.65
I-2-1	13	52.60	49.98	46.29	46.00	45.96	45.95	45.95
	14	47.77	44.77	42.11	41.93	41.84	41.84	41.81
	15	57.47	54.89	50.48	50.26	50.15	50.15	50.14
II-2-1	1	52.29	50.36	46.02	45.87	45.80	45.80	45.79
	2	53.12	50.44	46.92	46.68	46.60	46.60	46.59
	3	55.87	53.69	49.37	48.98	48.89	48.89	48.87
	4	53.87	51.21	47.99	47.63	47.52	47.52	47.48
II-2-1	5	48.90	47.98	42.87	42.51	42.43	42.43	42.40
	6	51.65	48.62	45.46	45.23	45.15	45.15	45.13
	7	56.10	53.25	48.90	48.67	48.59	48.59	48.56
	8	54.96	51.16	48.09	47.84	47.73	47.73	47.69


Observaciones: _____

*F/H: Fecha y hora de la medición.

*Nota.- Ingresar la data al R02-IT70-PO-05. Determinación del Contenido de Húmedad - Método Gravimétrico (Digital) donde se consideran los factores de corrección aplicado a las masas.

Tabla 10

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “*contenido de humedad*”, probetas del 9 al 15 (árbol II), método de inmersión.

		R01-IT70-PO-05 v.1						
REGISTRO DE MASAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - MÉTODO GRAVIMÉTRICO								
Producto:			Analista: Davila & Sanchez			Fecha de Inicio: 24-8-21		
Orden de Ensayo de Laboratorio: 1			N° de protocolo:			Fecha Final: 27-8-2021		
Balanza utilizada: Balanza analítica			Estufa utilizada:			Ensayo <input checked="" type="checkbox"/>		
T(°C):		H(%):		Norma utilizada: NTP N° 251-010		Contramuestra: <input type="checkbox"/>		

Muestra	Probeta	Masa Inicial (g)	Masa 1 (g)	Masa 2 (g)	Masa 3 (g)	Masa 4 (g)	Masa 5 (g)	Masa Fnal (g)
		*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H
		24/08/21 9:30am	24/08/21 12:30pm	25/08/21 9:30am	25/08/21 12:30pm	26/08/21 9:30am	26/08/21 12:30pm	27/08/21 9:30am
II-2-1	9	59.97	56.45	51.98	51.62	51.51	51.50	51.49
	10	54.94	52.69	49.36	49.04	48.97	48.98	48.94
	11	56.06	53.68	49.15	48.89	48.83	48.83	48.81
	12	54.73	51.42	48.43	47.94	47.87	47.86	47.86
II-2-1	13	57.76	55.63	50.23	49.53	49.41	49.40	49.39
	14	56.20	53.36	49.87	49.11	48.98	48.97	48.95
	15	56.87	54.69	50.39	49.98	49.87	49.85	49.83

Observaciones: _____

*F/H: Fecha y hora de la medición.

*Nota.- Ingresar la data al R02-IT70-PO-05. Determinación del Contenido de Húmedad - Método Gravimétrico (Digital) donde se consideran los factores de corrección aplicado a las masas.

Tabla 11*Datos procesados, ensayo físico “contenido de humedad”, método de pincelado.*

N°	FECHA	PROBETAS	PESO VERDE (gr)	PESO ANHIDRO (gr)	CONTENIDO HUMEDAD (C.H. %)
1	27/08/2021	I-1-1-1	54.20	45.34	19.541
2	27/08/2021	I-1-1-2	48.68	41.28	17.926
3	27/08/2021	I-1-1-3	53.64	45.46	17.994
4	27/08/2021	I-1-1-4	57.82	48.96	18.096
5	27/08/2021	I-1-1-5	54.78	46.50	17.806
6	27/08/2021	I-1-1-6	56.38	48.07	17.287
7	27/08/2021	I-1-1-7	60.33	51.28	17.648
8	27/08/2021	I-1-1-8	58.14	49.06	18.508
9	27/08/2021	I-1-1-9	51.69	44.47	16.236
10	27/08/2021	I-1-1-10	53.40	47.19	13.160
11	27/08/2021	I-1-1-11	53.53	44.75	19.620
12	27/08/2021	I-1-1-12	63.58	54.07	17.588
13	27/08/2021	I-1-1-13	55.12	46.81	17.753
14	27/08/2021	I-1-1-14	58.99	49.73	18.621
15	27/08/2021	I-1-1-15	54.85	46.23	18.646
16	27/08/2021	II-1-1-1	62.21	53.99	15.225
17	27/08/2021	II-1-1-2	60.94	51.86	17.509
18	27/08/2021	II-1-1-3	55.54	47.55	16.803
19	27/08/2021	II-1-1-4	48.18	41.36	16.489
20	27/08/2021	II-1-1-5	60.16	51.45	16.929
21	27/08/2021	II-1-1-6	54.13	46.28	16.962
22	27/08/2021	II-1-1-7	52.25	44.49	17.442
23	27/08/2021	II-1-1-8	54.22	46.09	17.639
24	27/08/2021	II-1-1-9	59.28	50.54	17.293
25	27/08/2021	II-1-1-10	56.70	48.27	17.464
26	27/08/2021	II-1-1-11	54.12	46.19	17.168
27	27/08/2021	II-1-1-12	53.95	45.62	18.260
28	27/08/2021	II-1-1-13	52.74	44.70	17.987
29	27/08/2021	II-1-1-14	63.48	53.32	19.055
30	27/08/2021	II-1-1-15	57.72	49.00	17.796

Tabla 12*Datos procesados, ensayo físico “contenido de humedad”, método de inmersión.*

Nº	FECHA	PROBETAS	PESO VERDE(gr)	PESO ANHIDRO (gr)	CONTENIDO HUMEDAD (C.H. %)
1	27/08/2021	I-2-1-1	52.62	45.76	14.991
2	27/08/2021	I-2-1-2	56.52	48.46	16.632
3	27/08/2021	I-2-1-3	56.58	49.08	15.281
4	27/08/2021	I-2-1-4	55.01	47.26	16.399
5	27/08/2021	I-2-1-5	55.44	48.38	14.593
6	27/08/2021	I-2-1-6	53.05	45.79	15.855
7	27/08/2021	I-2-1-7	55.09	47.37	16.297
8	27/08/2021	I-2-1-8	55.36	48.47	14.215
9	27/08/2021	I-2-1-9	57.16	48.81	17.107
10	27/08/2021	I-2-1-10	51.82	45.05	15.028
11	27/08/2021	I-2-1-11	54.64	46.85	16.628
12	27/08/2021	I-2-1-12	54.91	47.65	15.236
13	27/08/2021	I-2-1-13	52.60	45.95	14.472
14	27/08/2021	I-2-1-14	47.77	41.81	14.255
15	27/08/2021	I-2-1-15	57.47	50.14	14.619
16	27/08/2021	II-2-1-1	52.29	45.79	14.195
17	27/08/2021	II-2-1-2	53.12	46.59	14.016
18	27/08/2021	II-2-1-3	55.87	48.87	14.324
19	27/08/2021	II-2-1-4	53.87	47.48	13.458
20	27/08/2021	II-2-1-5	48.90	42.40	15.330
21	27/08/2021	II-2-1-6	51.65	45.13	14.447
22	27/08/2021	II-2-1-7	56.10	48.56	15.527
23	27/08/2021	II-2-1-8	54.96	47.69	15.244
24	27/08/2021	II-2-1-9	59.97	51.49	16.469
25	27/08/2021	II-2-1-10	54.94	48.94	12.260
26	27/08/2021	II-2-1-11	56.06	48.81	14.854
27	27/08/2021	II-2-1-12	54.73	47.86	14.354
28	27/08/2021	II-2-1-13	57.76	49.39	16.947
29	27/08/2021	II-2-1-14	56.20	48.95	14.811
30	27/08/2021	II-2-1-15	56.87	49.83	14.128

2.6.2. Densidad

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.011.

Las probetas fueron sumergidas en agua hasta que alcancen un peso constante, seguidamente por el método de medición indirecta por sumersión en agua se determinó el volumen de las probetas; para este método primero se tuvo que obtener el peso de la probeta, luego sumergirla completamente en un envase con un peso conocido de agua, y anotar el aumento de peso que representó el volumen de la probeta.

Después de pesar las probetas se colocaron en la estufa, con el fin de calentarse gradualmente hasta los $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura a la cual alcanzó su estado anhidro o seco al horno, necesario para su posterior tratamiento, asimismo durante dicho proceso se controló y anotó los pesos de las probetas.

Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 13

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “densidad” probetas del 1 al 5 (Árbol I), método de pincelado.

MUESTRA N°		I-1-2-1		I-1-2-2		I-1-2-3		I-1-2-4		I-1-2-5	
CONTROL N°		PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.											
SECO AL HORNO											
01.		92.77	97.98	92.27	94.70	95.42	98.94	85.98	97.15	96.87	97.82
02.		71.74		72.54		74.85		64.04		74.27	
03.		56.73		56.49		59.87		49.27		59.46	
04.		46.75		46.39		50.78		42.24		50.45	
05.		44.75		44.89		49.78		40.30		48.44	
06.		44.65		44.78		49.66		40.20		48.31	
07.		44.60		44.72		49.59		40.15		48.25	
08.		44.58		44.69		49.56		40.13		48.23	
09.		44.57	87.78	44.69	82.05	49.55	89.75	40.12	85.86	48.23	85.86
DENSIDAD (G./CM3.)											
ANHIDRA (Do)		0.5077		0.5447		0.5521		0.4673		0.5617	
BASICA (Db)		0.4549		0.4719		0.5008		0.4130		0.4931	

Tabla 14

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “densidad” probetas del 6 al 15 (Árbol I), método de pincelado.

MUESTRA N° CONTROL N°	I-1-2-6		I-1-2-7		I-1-2-8		I-1-2-9		I-1-2-10	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	100.19	98.65	91.43	98.75	102.05	96.30	95.73	98.95	100.48	99.14
02.	77.03		71.08		77.91		73.71		76.46	
03.	62.02		55.03		62.93		58.90		60.69	
04.	52.04		44.93		53.84		49.89		50.66	
05.	50.04		43.43		52.84		47.88		48.72	
06.	49.94		43.32		52.72		47.75		48.62	
07.	49.89		43.26		52.65		47.69		48.57	
08.	49.87		43.23		52.62		47.67		48.55	
09.	49.86	89.36	43.23	81.51	52.61	83.28	47.67	87.59	48.54	88.02
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5580		0.5304		0.6317		0.5443		0.5515	
BASICA (Db)	0.5054		0.4378		0.5463		0.4818		0.4896	

MUESTRA N° CONTROL N°	I-1-2-11		I-1-2-12		I-1-2-13		I-1-2-14		I-1-2-15	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	97.25	97.56	92.08	98.87	96.30	97.73	92.69	101.55	87.60	97.23
02.	78.62		70.86		74.03		70.67		67.68	
03.	62.85		56.05		59.02		55.69		53.63	
04.	52.82		47.04		49.04		46.60		45.53	
05.	49.88		45.03		47.04		45.60		44.03	
06.	49.78		44.90		46.94		45.48		43.92	
07.	49.73		44.84		46.89		45.41		43.86	
08.	49.71		44.82		46.87		45.38		43.83	
09.	49.70	85.10	44.82	88.98	46.86	85.87	45.37	91.06	43.83	84.69
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5840		0.5037		0.5457		0.4982		0.5176	
BASICA (Db)	0.5094		0.4533		0.4795		0.4468		0.4508	

Tabla 15

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “*densidad*” probetas del 1 al 10 (Árbol II), método de pincelado.

CITE maderas
Lima

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:	TORNILLO	METODO DE CURADO:	PINCELADO
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	N° DE ARBOL:	II
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	SANTA FÉ-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR:	RSDS - SESR
PROYECTO:	TESIS	FECHA:	

MUESTRA N°	II - 1 - 2 - 1		II - 1 - 2 - 2		II - 1 - 2 - 3		II - 1 - 2 - 4		II - 1 - 2 - 5	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	88.20	97.58	95.90	98.33	90.81	97.79	97.16	97.51	95.03	98.76
02.	69.10		74.10		70.57		77.52		74.71	
03.	54.29		59.33		54.59		62.47		59.70	
04.	45.28		51.30		44.50		52.37		49.72	
05.	43.27		49.36		42.85		50.87		47.72	
06.	43.14		49.26		42.73		50.76		47.62	
07.	43.08		49.21		42.66		50.70		47.57	
08.	43.06		49.19		42.63		50.67		47.55	
09.	43.06	85.32	49.18	85.59	42.62	85.48	50.67	85.82	47.55	87.23
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5047		0.5746		0.4986		0.5904		0.5451	
BASICA (Db)	0.4413		0.5002		0.4358		0.5196		0.4815	

MUESTRA N°	II - 1 - 2 - 6		II - 1 - 2 - 7		II - 1 - 2 - 8		II - 1 - 2 - 9		II - 1 - 2 - 10	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	102.47	102.05	93.12	97.13	93.47	97.99	95.55	98.98	89.59	97.87
02.	80.60		71.50		74.31		74.71		70.62	
03.	64.62		56.69		59.30		58.55		55.57	
04.	54.53		47.68		49.32		48.52		45.47	
05.	52.88		45.67		47.32		45.58		43.97	
06.	52.76		45.54		47.22		45.43		43.86	
07.	52.69		45.48		47.17		45.38		43.80	
08.	52.66		45.46		47.15		45.36		43.77	
09.	52.65	90.97	45.46	84.30	47.15	85.31	45.35	87.30	43.77	87.38
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5787		0.5392		0.5527		0.5195		0.5009	
BASICA (Db)	0.5159		0.4680		0.4812		0.4582		0.4472	

Tabla 16

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “*densidad*” probetas del 11 al 15 (Árbol II), método de pincelado.

MUESTRA N°	II - 1 - 2 - 11		II - 1 - 2 - 12		II - 1 - 2 - 13		II - 1 - 2 - 14		II - 1 - 2 - 15	
	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	94.50	97.68	95.76	101.10	92.60	94.81	106.76	98.80	88.30	96.43
02.	74.85		75.54		73.60		82.66		67.50	
03.	60.80		61.38		58.62		66.65		53.69	
04.	51.20		51.35		50.53		53.67		44.68	
05.	49.70		48.41		48.88		51.17		43.67	
06.	49.59		48.26		48.76		51.06		43.54	
07.	49.53		48.21		48.69		51.01		43.48	
08.	49.50		48.19		48.66		50.99		43.46	
09.	49.50	84.68	48.18	89.60	48.65	80.95	50.99	87.77	43.46	83.68
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5845		0.5377		0.6010		0.5809		0.5193	
BASICA (Db)	0.5067		0.4766		0.5131		0.5161		0.4507	

Tabla 17

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “*densidad*” probetas del 1 al 5 (Árbol I), método de inmersión.

CITE *madera*
Lima

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:	<u>TORNILLO</u>	MÉTODO DE CURADO:	<u>INMERSIÓN</u>
NOMBRE CIENTIFICO:	<u>Cedrelinga cateniformis</u>	N° DE ARBOL:	<u>I</u>
FAMILIA:	<u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA:	<u>SANTA FÉ-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR:	<u>RSDS - SESR</u>
PROYECTO:	<u>TESIS</u>	FECHA:	

MUESTRA N°	I - 2 - 2 - 1		I - 2 - 2 - 2		I - 2 - 2 - 3		I - 2 - 2 - 4		I - 2 - 2 - 5	
	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	100.45	97.75	86.47	96.75	90.19	94.26	99.22	98.60	88.97	94.86
02.	77.97		66.99		70.20		74.98		69.50	
03.	61.16		52.22		55.22		58.93		56.49	
04.	51.15		45.19		46.13		48.83		46.51	
05.	49.14		43.25		45.13		46.33		44.51	
06.	49.01		43.15		45.01		46.22		44.41	
07.	48.95		43.10		44.94		46.16		44.36	
08.	48.93		43.08		44.91		46.13		44.34	
09.	48.93	86.58	43.07	85.32	44.90	83.88	46.13	86.97	44.33	83.90
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5652		0.5048		0.5353		0.5304		0.5283	
BASICA (Db)	0.5005		0.4451		0.4763		0.4678		0.4673	

Tabla 18

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “densidad” probetas del 6 al 15 (Árbol I), método de inmersión.

MUESTRA N° CONTROL N°	1-2-2-6		1-2-2-7		1-2-2-8		1-2-2-9		1-2-2-10	
	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	90.53	97.89	106.55	98.52	98.80	98.83	92.02	97.65	100.60	96.01
02.	70.36		82.66		72.95		72.70		77.03	
03.	57.35		66.61		56.97		61.93		61.22	
04.	47.37		56.51		46.88		55.90		51.21	
05.	45.37		54.01		45.88		53.96		49.20	
06.	45.27		53.90		45.76		53.86		49.07	
07.	45.22		53.84		45.69		53.81		49.01	
08.	45.20		53.81		45.66		53.79		48.99	
09.	45.19	88.54	53.81	87.52	45.65	87.84	53.78	84.96	48.99	83.71
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5104		0.6149		0.5197		0.6330		0.5853	
BASICA (Db)	0.4616		0.5462		0.4619		0.5507		0.5103	

MUESTRA N° CONTROL N°	1-2-2-11		1-2-2-12		1-2-2-13		1-2-2-14		1-2-2-15	
	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	92.95	95.93	94.00	96.77	90.33	93.50	92.18	97.29	91.98	97.97
02.	72.49		73.21		68.16		66.66		71.28	
03.	57.72		59.16		56.15		53.85		57.23	
04.	47.69		49.07		50.17		47.84		48.13	
05.	45.75		48.07		48.17		45.83		45.63	
06.	45.65		47.95		48.07		45.70		45.52	
07.	45.60		47.88		48.02		45.64		45.46	
08.	45.58		47.85		48.00		45.62		45.43	
09.	45.57	82.30	47.84	84.86	47.99	84.99	45.62	85.29	45.43	87.56
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5537		0.5638		0.5647		0.5349		0.5188	
BASICA (Db)	0.4750		0.4944		0.5133		0.4689		0.4637	

Tabla 19

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “*densidad*” probetas del 1 al 10 (Árbol II), método de inmersión.

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN:	TORNILLO	MÉTODO DE CURADO:	INMERSIÓN
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	N° DE ARBOL:	II
FAMILIA:	LEGUMINOSAE	PROCEDENCIA:	SANTA FÉ-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011		EJECUTOR:	RSDS - SESR
PROYECTO:	TESIS	FECHA:	

MUESTRA N°	II - 2 - 2 - 1		II - 2 - 2 - 2		II - 2 - 2 - 3		II - 2 - 2 - 4		II - 2 - 2 - 5	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	92.48	97.57	96.36	99.69	96.33	97.35	90.64	96.12	96.97	97.82
02.	72.23		74.41		77.08		72.75		77.65	
03.	59.22		59.36		64.10		61.98		62.84	
04.	49.24		50.26		56.01		55.95		53.83	
05.	47.24		46.76		53.01		52.96		50.82	
06.	47.14		46.65		52.89		52.86		50.69	
07.	47.09		46.59		52.82		52.81		50.63	
08.	47.07		46.56		52.79		52.79		50.61	
09.	47.06	84.65	46.56	88.77	52.78	85.78	52.78	84.03	50.61	90.78
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5559		0.5245		0.6153		0.6281		0.5575	
BASICA (Db)	0.4823		0.4670		0.5421		0.5491		0.5174	

MUESTRA N°	II - 2 - 2 - 6		II - 2 - 2 - 7		II - 2 - 2 - 8		II - 2 - 2 - 9		II - 2 - 2 - 10	
	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	99.23	96.94	97.52	100.97	85.84	94.97	85.98	94.31	95.64	95.82
02.	76.71		75.27		65.09		68.79		73.60	
03.	59.73		60.46		52.32		56.78		60.55	
04.	50.64		51.45		45.29		48.80		53.45	
05.	46.84		48.44		42.30		46.30		49.95	
06.	46.72		48.31		42.20		46.20		49.84	
07.	46.65		48.25		42.15		46.15		49.78	
08.	46.62		48.23		42.13		46.13		49.75	
09.	46.61	84.02	48.23	88.80	42.12	83.93	46.12	81.31	49.75	84.75
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5547		0.5431		0.5018		0.5672		0.5870	
BASICA (Db)	0.4808		0.4777		0.4435		0.4890		0.5192	

Tabla 20

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo físico “**densidad**” probetas del 11 al 15 (Árbol II), método de inmersión.

CITE *madera*
Lima

DETERMINACION DE DENSIDAD

NOMBRE COMUN: <u>TORNILLO</u>	MÉTODO DE CURADO: <u>INMERSIÓN</u>
NOMBRE CIENTIFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>	N° DE ARBOL: <u>II</u>
FAMILIA: <u>LEGUMINOSAE</u>	PROCEDENCIA: <u>SANTA FÉ-STA MARIA DE NIEVA- AMAZONAS</u>
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011	EJECUTOR: <u>RSDS - SESR</u>
PROYECTO: <u>TESIS</u>	FECHA: _____

MUESTRA N° CONTROL N°	II - 2 - 2 - 11		II - 2 - 2 - 12		II - 2 - 2 - 13		II - 2 - 2 - 14		II - 2 - 2 - 15	
	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).	PESO (GRS.).	VOLUMEN (CM3.).
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.	94.80	96.25	90.32	96.14	89.46	96.21	95.23	97.88	83.01	92.84
02.	71.59		66.96		69.06		74.05		64.45	
03.	57.54		52.95		55.29		59.24		52.47	
04.	50.44		44.97		48.26		50.23		45.38	
05.	46.94		42.47		45.27		47.22		41.58	
06.	46.83		42.37		45.17		47.09		41.46	
07.	46.77		42.32		45.12		47.03		41.39	
08.	46.74		42.30		45.10		47.01		41.36	
09.	46.74	85.00	42.29	85.29	45.09	85.51	47.01	86.74	41.35	80.99
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)	0.5499		0.4958		0.5273		0.5420		0.5106	
BASICA (Db)	0.4856		0.4399		0.4686		0.4803		0.4454	

Tabla 21*Datos procesados, “densidad saturada”, método de pincelado.*

N°	COD. PROB.	VOL. SAT. (Cm3)	Peso Saturado (Gr.)	Peso Anhidro (Gr.)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)
1	I - 1 - 2 - 1	97.98	92.77	44.57	108.144	0.947
2	I - 1 - 2 - 2	94.70	92.27	44.69	106.467	0.974
3	I - 1 - 2 - 3	98.94	95.42	49.55	92.573	0.964
4	I - 1 - 2 - 4	97.15	85.98	40.12	114.307	0.885
5	I - 1 - 2 - 5	97.82	96.87	48.23	100.850	0.990
6	I - 1 - 2 - 6	98.65	100.19	49.86	100.943	1.016
7	I - 1 - 2 - 7	98.75	91.43	43.23	111.497	0.926
8	I - 1 - 2 - 8	96.30	102.05	52.61	93.975	1.060
9	I - 1 - 2 - 9	98.95	95.73	47.67	100.818	0.967
10	I - 1 - 2 - 10	99.14	100.48	48.54	107.005	1.014
11	I - 1 - 2 - 11	97.56	97.25	49.70	95.674	0.997
12	I - 1 - 2 - 12	98.87	92.08	44.82	105.444	0.931
13	I - 1 - 2 - 13	97.73	96.3	46.86	105.506	0.985
14	I - 1 - 2 - 14	101.55	92.69	45.37	104.298	0.913
15	I - 1 - 2 - 15	97.23	87.6	43.83	99.863	0.901
16	II - 1 - 2 - 1	97.58	88.2	43.06	104.830	0.904
17	II - 1 - 2 - 2	98.33	95.9	49.18	94.998	0.975
18	II - 1 - 2 - 3	97.79	90.81	42.62	113.069	0.929
19	II - 1 - 2 - 4	97.51	97.16	50.67	91.751	0.996
20	II - 1 - 2 - 5	98.76	95.03	47.55	99.853	0.962
21	II - 1 - 2 - 6	102.05	102.47	52.65	94.625	1.004
22	II - 1 - 2 - 7	97.13	93.12	45.46	104.839	0.959
23	II - 1 - 2 - 8	97.99	93.47	47.15	98.240	0.954
24	II - 1 - 2 - 9	98.98	95.55	45.35	110.695	0.965
25	II - 1 - 2 - 10	97.87	89.59	43.77	104.684	0.915
26	II - 1 - 2 - 11	97.68	94.5	49.50	90.909	0.967
27	II - 1 - 2 - 12	101.10	95.76	48.18	98.755	0.947
28	II - 1 - 2 - 13	94.81	92.6	48.65	90.339	0.977
29	II - 1 - 2 - 14	98.80	106.76	50.99	109.374	1.081
30	II - 1 - 2 - 15	96.43	88.3	43.46	103.175	0.916

Tabla 22*Datos procesados, “densidad saturada”, método de inmersión.*

N°	COD. PROB.	VOL. SAT. (Cm3)	Peso Saturado (Gr.)	Peso Anhidro (Gr.)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 2 - 1	97.75	100.45	48.93	105.293	1.028
2	I - 2 - 2 - 2	96.75	86.47	43.07	100.766	0.894
3	I - 2 - 2 - 3	94.26	90.19	44.90	100.869	0.957
4	I - 2 - 2 - 4	98.60	99.22	46.13	115.088	1.006
5	I - 2 - 2 - 5	94.86	88.97	44.33	100.699	0.938
6	I - 2 - 2 - 6	97.89	90.53	45.19	100.332	0.925
7	I - 2 - 2 - 7	98.52	106.55	53.81	98.012	1.081
8	I - 2 - 2 - 8	98.83	98.80	45.65	116.429	1.000
9	I - 2 - 2 - 9	97.65	92.02	53.78	71.104	0.942
10	I - 2 - 2 - 10	96.01	100.60	48.99	105.348	1.048
11	I - 2 - 2 - 11	95.93	92.95	45.57	103.972	0.969
12	I - 2 - 2 - 12	96.77	94.00	47.84	96.488	0.971
13	I - 2 - 2 - 13	93.50	90.33	47.99	88.227	0.966
14	I - 2 - 2 - 14	97.29	92.18	45.62	102.060	0.947
15	I - 2 - 2 - 15	97.97	91.98	45.43	102.465	0.939
16	II - 2 - 2 - 1	97.57	92.48	47.06	96.515	0.948
17	II - 2 - 2 - 2	99.69	96.36	46.56	106.959	0.967
18	II - 2 - 2 - 3	97.35	96.33	52.78	82.512	0.989
19	II - 2 - 2 - 4	96.12	90.64	44.56	103.411	0.943
20	II - 2 - 2 - 5	97.82	96.97	50.61	91.602	0.991
21	II - 2 - 2 - 6	96.94	99.23	46.61	112.894	1.024
22	II - 2 - 2 - 7	100.97	97.52	48.23	102.198	0.966
23	II - 2 - 2 - 8	94.97	85.84	42.12	103.799	0.904
24	II - 2 - 2 - 9	94.31	85.98	46.12	86.427	0.912
25	II - 2 - 2 - 10	95.82	95.64	49.75	92.241	0.998
26	II - 2 - 2 - 11	96.25	94.80	46.74	102.824	0.985
27	II - 2 - 2 - 12	96.14	90.32	42.29	113.573	0.939
28	II - 2 - 2 - 13	96.21	89.46	45.09	98.403	0.930
29	II - 2 - 2 - 14	97.88	95.23	47.01	102.574	0.973
30	II - 2 - 2 - 15	92.84	83.01	41.35	100.750	0.894

Tabla 23*Datos procesados, “densidad verde”, método de pincelado.*

N°	COD. PROB.	VOL. VERDE (Cm3)	Peso Verde (Gr.)	Peso Anhidro (Gr.)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Verde (Gr./ Cm3)
1	I - 1 - 2 - 1	89.80	53.44	44.57	19.901	0.595
2	I - 1 - 2 - 2	92.90	52.82	44.69	18.192	0.569
3	I - 1 - 2 - 3	87.90	53.13	49.55	7.225	0.604
4	I - 1 - 2 - 4	92.53	56.69	40.12	41.301	0.613
5	I - 1 - 2 - 5	93.78	53.83	48.23	11.611	0.574
6	I - 1 - 2 - 6	90.71	47.92	49.86	-3.891	0.528
7	I - 1 - 2 - 7	98.57	68.71	43.23	58.941	0.697
8	I - 1 - 2 - 8	92.85	53.75	52.61	2.167	0.579
9	I - 1 - 2 - 9	93.27	53.81	47.67	12.880	0.577
10	I - 1 - 2 - 10	94.14	51.34	48.54	5.768	0.545
11	I - 1 - 2 - 11	92.24	59.40	49.70	19.517	0.644
12	I - 1 - 2 - 12	93.17	61.28	44.82	36.725	0.658
13	I - 1 - 2 - 13	91.46	48.81	46.86	4.161	0.534
14	I - 1 - 2 - 14	92.77	58.83	45.37	29.667	0.634
15	I - 1 - 2 - 15	92.89	57.17	43.83	30.436	0.615
16	II - 1 - 2 - 1	92.23	58.88	43.06	36.739	0.638
17	II - 1 - 2 - 2	92.80	50.90	49.18	3.497	0.548
18	II - 1 - 2 - 3	92.97	53.63	42.62	25.833	0.577
19	II - 1 - 2 - 4	92.28	58.58	50.67	15.611	0.635
20	II - 1 - 2 - 5	92.42	54.03	47.55	13.628	0.585
21	II - 1 - 2 - 6	93.37	60.47	52.65	14.853	0.648
22	II - 1 - 2 - 7	92.54	59.08	45.46	29.960	0.638
23	II - 1 - 2 - 8	93.73	54.94	47.15	16.522	0.586
24	II - 1 - 2 - 9	92.98	52.37	45.35	15.480	0.563
25	II - 1 - 2 - 10	94.31	54.37	43.77	24.218	0.576
26	II - 1 - 2 - 11	92.87	60.46	49.50	22.141	0.651
27	II - 1 - 2 - 12	91.73	56.74	48.18	17.767	0.619
28	II - 1 - 2 - 13	90.00	54.82	48.65	12.682	0.609
29	II - 1 - 2 - 14	93.05	52.38	50.99	2.726	0.563
30	II - 1 - 2 - 15	94.50	57.83	43.46	33.065	0.612

Tabla 24*Datos procesados, "densidad verde", método de inmersión.*

N°	COD. PROB.	VOL. VERDE (Cm3)	Peso Verde (Gr.)	Peso Anhidro (Gr.)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Verde (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 2 - 1	91.06	54.73	48.93	11.854	0.601
2	I - 2 - 2 - 2	87.66	51.81	43.07	20.293	0.591
3	I - 2 - 2 - 3	89.68	54.55	44.90	21.492	0.608
4	I - 2 - 2 - 4	88.87	52.80	46.13	14.459	0.594
5	I - 2 - 2 - 5	92.01	52.14	44.33	17.618	0.567
6	I - 2 - 2 - 6	90.92	55.93	45.19	23.766	0.615
7	I - 2 - 2 - 7	92.50	53.83	53.81	0.037	0.582
8	I - 2 - 2 - 8	88.94	48.57	45.65	6.396	0.546
9	I - 2 - 2 - 9	90.56	55.67	53.78	3.514	0.615
10	I - 2 - 2 - 10	87.77	55.08	48.99	12.431	0.628
11	I - 2 - 2 - 11	92.21	56.76	45.57	24.556	0.616
12	I - 2 - 2 - 12	87.93	52.56	47.84	9.866	0.598
13	I - 2 - 2 - 13	89.85	52.37	47.99	9.127	0.583
14	I - 2 - 2 - 14	87.76	52.46	45.62	14.993	0.598
15	I - 2 - 2 - 15	91.39	54.38	45.43	19.701	0.595
16	II - 2 - 2 - 1	88.06	53.73	47.06	14.173	0.610
17	II - 2 - 2 - 2	87.04	56.21	46.56	20.726	0.646
18	II - 2 - 2 - 3	91.83	54.42	52.78	3.107	0.593
19	II - 2 - 2 - 4	94.14	54.34	44.56	21.948	0.577
20	II - 2 - 2 - 5	90.50	65.45	50.61	29.322	0.723
21	II - 2 - 2 - 6	91.16	55.32	46.61	18.687	0.607
22	II - 2 - 2 - 7	89.34	53.02	48.23	9.932	0.593
23	II - 2 - 2 - 8	92.33	53.46	42.12	26.923	0.579
24	II - 2 - 2 - 9	91.79	57.98	46.12	25.716	0.632
25	II - 2 - 2 - 10	92.86	54.87	49.75	10.291	0.591
26	II - 2 - 2 - 11	89.85	56.34	46.74	20.539	0.627
27	II - 2 - 2 - 12	88.63	52.92	42.29	25.136	0.597
28	II - 2 - 2 - 13	90.94	58.17	45.09	29.009	0.640
29	II - 2 - 2 - 14	93.21	54.53	47.01	15.997	0.585
30	II - 2 - 2 - 15	89.26	52.50	41.35	26.965	0.588

Tabla 25*Datos procesados, “densidad anhidra”, método de pincelado.*

N°	COD. PROB.	VOL. Anhidra (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)
1	I - 1 - 2 - 1	87.78	44.57	0.508
2	I - 1 - 2 - 2	82.05	44.69	0.545
3	I - 1 - 2 - 3	89.75	49.55	0.552
4	I - 1 - 2 - 4	85.86	40.12	0.467
5	I - 1 - 2 - 5	85.24	48.23	0.566
6	I - 1 - 2 - 6	89.36	49.86	0.558
7	I - 1 - 2 - 7	81.51	43.23	0.530
8	I - 1 - 2 - 8	83.28	52.61	0.632
9	I - 1 - 2 - 9	87.59	47.67	0.544
10	I - 1 - 2 - 10	88.02	48.54	0.551
11	I - 1 - 2 - 11	85.10	49.70	0.584
12	I - 1 - 2 - 12	88.98	44.82	0.504
13	I - 1 - 2 - 13	85.87	46.86	0.546
14	I - 1 - 2 - 14	91.06	45.37	0.498
15	I - 1 - 2 - 15	84.69	43.83	0.518
16	II - 1 - 2 - 1	85.32	43.06	0.505
17	II - 1 - 2 - 2	85.59	49.18	0.575
18	II - 1 - 2 - 3	85.48	42.62	0.499
19	II - 1 - 2 - 4	85.82	50.67	0.590
20	II - 1 - 2 - 5	87.23	47.55	0.545
21	II - 1 - 2 - 6	90.97	52.65	0.579
22	II - 1 - 2 - 7	84.30	45.46	0.539
23	II - 1 - 2 - 8	85.31	47.15	0.553
24	II - 1 - 2 - 9	87.30	45.35	0.519
25	II - 1 - 2 - 10	87.38	43.77	0.501
26	II - 1 - 2 - 11	84.68	49.50	0.585
27	II - 1 - 2 - 12	89.60	48.18	0.538
28	II - 1 - 2 - 13	80.95	48.65	0.601
29	II - 1 - 2 - 14	87.77	50.99	0.581
30	II - 1 - 2 - 15	83.68	43.46	0.519

Tabla 26*Datos procesados, “densidad anhidra”, método de inmersión.*

N°	COD. PROB.	VOL. Anhidra (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 2 - 1	86.58	48.93	0.565
2	I - 2 - 2 - 2	85.32	43.07	0.505
3	I - 2 - 2 - 3	83.88	44.90	0.535
4	I - 2 - 2 - 4	86.97	46.13	0.530
5	I - 2 - 2 - 5	83.90	44.33	0.528
6	I - 2 - 2 - 6	88.54	45.19	0.510
7	I - 2 - 2 - 7	87.52	53.81	0.615
8	I - 2 - 2 - 8	87.84	45.65	0.520
9	I - 2 - 2 - 9	84.96	53.78	0.633
10	I - 2 - 2 - 10	83.71	48.99	0.585
11	I - 2 - 2 - 11	82.30	45.57	0.554
12	I - 2 - 2 - 12	84.86	47.84	0.564
13	I - 2 - 2 - 13	84.99	47.99	0.565
14	I - 2 - 2 - 14	85.29	45.62	0.535
15	I - 2 - 2 - 15	87.56	45.43	0.519
16	II - 2 - 2 - 1	84.65	47.06	0.556
17	II - 2 - 2 - 2	88.77	46.56	0.524
18	II - 2 - 2 - 3	85.78	52.78	0.615
19	II - 2 - 2 - 4	84.03	44.56	0.530
20	II - 2 - 2 - 5	90.78	50.61	0.558
21	II - 2 - 2 - 6	84.02	46.61	0.555
22	II - 2 - 2 - 7	88.80	48.23	0.543
23	II - 2 - 2 - 8	83.93	42.12	0.502
24	II - 2 - 2 - 9	81.31	46.12	0.567
25	II - 2 - 2 - 10	84.75	49.75	0.587
26	II - 2 - 2 - 11	85.00	46.74	0.550
27	II - 2 - 2 - 12	85.29	42.29	0.496
28	II - 2 - 2 - 13	85.51	45.09	0.527
29	II - 2 - 2 - 14	86.74	47.01	0.542
30	II - 2 - 2 - 15	80.99	41.35	0.511

Tabla 27*Datos procesados, “densidad básica”, método de pincelado.*

N°	COD. PROB.	VOL. Saturado (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Básica (Gr./ Cm3)
1	I - 1 - 2 - 1	97.98	44.57	0.455
2	I - 1 - 2 - 2	94.70	44.69	0.472
3	I - 1 - 2 - 3	98.94	49.55	0.501
4	I - 1 - 2 - 4	97.15	40.12	0.413
5	I - 1 - 2 - 5	97.82	48.23	0.493
6	I - 1 - 2 - 6	98.65	49.86	0.505
7	I - 1 - 2 - 7	98.75	43.23	0.438
8	I - 1 - 2 - 8	96.30	52.61	0.546
9	I - 1 - 2 - 9	98.95	47.67	0.482
10	I - 1 - 2 - 10	99.14	48.54	0.490
11	I - 1 - 2 - 11	97.56	49.70	0.509
12	I - 1 - 2 - 12	98.87	44.82	0.453
13	I - 1 - 2 - 13	97.73	46.86	0.480
14	I - 1 - 2 - 14	101.55	45.37	0.447
15	I - 1 - 2 - 15	97.23	43.83	0.451
16	II - 1 - 2 - 1	97.58	43.06	0.441
17	II - 1 - 2 - 2	98.33	49.18	0.500
18	II - 1 - 2 - 3	97.79	42.62	0.436
19	II - 1 - 2 - 4	97.51	50.67	0.520
20	II - 1 - 2 - 5	98.76	47.55	0.481
21	II - 1 - 2 - 6	102.05	52.65	0.516
22	II - 1 - 2 - 7	97.13	45.46	0.468
23	II - 1 - 2 - 8	97.99	47.15	0.481
24	II - 1 - 2 - 9	98.98	45.35	0.458
25	II - 1 - 2 - 10	97.87	43.77	0.447
26	II - 1 - 2 - 11	97.68	49.50	0.507
27	II - 1 - 2 - 12	101.10	48.18	0.477
28	II - 1 - 2 - 13	94.81	48.65	0.513
29	II - 1 - 2 - 14	98.80	50.99	0.516
30	II - 1 - 2 - 15	96.43	43.46	0.451

Tabla 28*Datos procesados, “densidad básica”, método de inmersión.*

Nº	COD. PROB.	VOL. Saturado (Cm3)	Peso Anhidro (Gr.)	Densidad Básica (Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 2 - 1	97.75	48.93	0.501
2	I - 2 - 2 - 2	96.75	43.07	0.445
3	I - 2 - 2 - 3	94.26	44.90	0.476
4	I - 2 - 2 - 4	98.60	46.13	0.468
5	I - 2 - 2 - 5	94.86	44.33	0.467
6	I - 2 - 2 - 6	97.89	45.19	0.462
7	I - 2 - 2 - 7	98.52	53.81	0.546
8	I - 2 - 2 - 8	98.83	45.65	0.462
9	I - 2 - 2 - 9	97.65	53.78	0.551
10	I - 2 - 2 - 10	96.01	48.99	0.510
11	I - 2 - 2 - 11	95.93	45.57	0.475
12	I - 2 - 2 - 12	96.77	47.84	0.494
13	I - 2 - 2 - 13	93.50	47.99	0.513
14	I - 2 - 2 - 14	97.29	45.62	0.469
15	I - 2 - 2 - 15	97.97	45.43	0.464
16	II - 2 - 2 - 1	97.57	47.06	0.482
17	II - 2 - 2 - 2	99.69	46.56	0.467
18	II - 2 - 2 - 3	97.35	52.78	0.542
19	II - 2 - 2 - 4	96.12	44.56	0.464
20	II - 2 - 2 - 5	97.82	50.61	0.517
21	II - 2 - 2 - 6	96.94	46.61	0.481
22	II - 2 - 2 - 7	100.97	48.23	0.478
23	II - 2 - 2 - 8	94.97	42.12	0.444
24	II - 2 - 2 - 9	94.31	46.12	0.489
25	II - 2 - 2 - 10	95.82	49.75	0.519
26	II - 2 - 2 - 11	96.25	46.74	0.486
27	II - 2 - 2 - 12	96.14	42.29	0.440
28	II - 2 - 2 - 13	96.21	45.09	0.469
29	II - 2 - 2 - 14	97.88	47.01	0.480
30	II - 2 - 2 - 15	92.84	41.35	0.445

2.6.3. Contracción

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.012.

El método explicado en dicha norma consiste en tomar periódicamente medidas (tangencial, radial y longitudinal) de las muestras con la ayuda de un vernier, inicialmente en estado verde, luego en estado seco a temperatura ambiente y finalmente en estufa a temperaturas de 30, 70, 90 y 103 °C, en simultáneo anotamos los datos para ser procesados posteriormente.

Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 29

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “Contracción” de la probeta I-1-3-1, método de pincelado.

DATOS		DIMENSIONES (MM.).			VOLUMEN (CM3).	PESO (GRS.)	M (%)	CONTRACCION β (%).				FECHA Y HORA
CONTROL N°.	TANGENCIAL.	RADIAL.	LONGITUDINAL.	TANGEN.				RADIAL.	LONGITUD.	VOLUMET.		
MUESTRA N° : <u>I-1-3-1</u>												
SECO AL AIRE / HORNO												
01.	30.67	30.72	100.83	95.00	86.40	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	15/02/2022	
02.	29.92	30.23	100.64	91.03	70.99	21.71	2.4454	1.5951	0.1884	4.1823	22/02/2022	
03.	29.71	30.08	100.59	89.89	60.54	42.72	3.1301	2.0833	0.2380	5.3740	24/02/2022	
04.	29.50	29.93	100.54	88.77	55.34	56.13	3.8148	2.5716	0.2876	6.5578	25/02/2022	
05.	29.29	29.78	100.49	87.65	46.12	87.34	4.4995	3.0599	0.3372	7.7339	28/02/2022	
06.	29.08	29.63	100.44	86.54	45.00	92.00	5.1842	3.5482	0.3868	8.9022	01/03/2022	
07.	28.87	29.48	100.39	85.44	44.90	92.43	5.8689	4.0365	0.4364	10.0627	02/03/2022	
08.	28.82	29.43	100.38	85.14	44.82	92.77	6.0320	4.1992	0.4463	10.3796	03/03/2022	
09.	28.80	29.41	100.37	85.01	44.80	92.86	6.0972	4.2643	0.4562	10.5116	04/03/2022	
10.	28.79	29.41	100.37	84.98	44.79	92.90	6.1298	4.2643	0.4562	10.5427	06/03/2022	

RELACIÓN	: $\beta_T / \beta_R = T / R = 1.4375$
----------	--

Tabla 30

Control dimensional, ensayo físico “contracción” de las probetas del 1 al 10 (Árbol I), método de pincelado.

Nº	Código de probeta	Fecha reg. condición	15/02/22 Saturado	22/02/22 T. Amb.	24/02/22 30°	25/02/22 70°	28/02/22 90°	01/03/22 103°	02/03/22 103°	03/03/22 103°	04/03/22 103°	06/03/22 103°	
1	I-1-3-1	Dim. Tg. (Cm.)	3.067	2.992	2.971	2.950	2.929	2.908	2.887	2.882	2.880	2.879	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.072	3.023	3.008	2.993	2.978	2.963	2.948	2.943	2.941	2.941	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.083	10.064	10.059	10.054	10.049	10.044	10.039	10.038	10.037	10.037	
		P. Probeta (gr.)	86.400	70.990	60.540	55.340	46.120	45.000	44.900	44.820	44.800	44.790	
2	I-1-3-2	Dim. Tg. (Cm.)	3.125	3.014	2.983	2.952	2.921	2.890	2.859	2.853	2.850	2.850	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.102	3.057	3.043	3.029	3.015	3.001	2.987	2.981	2.978	2.977	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.094	10.068	10.061	10.054	10.047	10.040	10.033	10.032	10.030	10.030	
		P. Probeta (gr.)	85.340	65.670	57.230	50.420	45.760	43.490	43.250	43.210	43.200	43.190	
3	I-1-3-3	Dim. Tg. (Cm.)	3.078	2.993	2.970	2.947	2.924	2.901	2.878	2.873	2.871	2.870	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.013	2.987	2.979	2.971	2.963	2.955	2.947	2.942	2.940	2.938	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.130	10.075	10.070	10.065	10.060	10.055	10.050	10.049	10.048	10.048	
		P. Probeta (gr.)	83.570	64.090	57.120	50.040	45.560	44.980	44.550	44.510	44.500	44.500	
4	I-1-3-4	Dim. Tg. (Cm.)	3.105	3.003	2.975	2.947	2.919	2.891	2.863	2.858	2.856	2.856	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.093	3.047	3.034	3.021	3.008	2.995	2.982	2.977	2.975	2.974	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.075	10.074	10.073	10.072	10.071	10.070	10.071	10.071	10.070	10.069	10.069
		P. Probeta (gr.)	89.120	73.560	62.970	56.870	48.490	47.810	47.700	47.680	47.660	47.650	
5	I-1-3-5	Dim. Tg. (Cm.)	3.099	3.006	2.982	2.958	2.934	2.910	2.888	2.881	2.879	2.879	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.120	3.046	3.026	3.006	2.986	2.966	2.946	2.939	2.937	2.937	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.130	10.115	10.111	10.107	10.103	10.099	10.095	10.094	10.093	10.093	
		P. Probeta (gr.)	91.470	75.670	63.840	55.750	49.430	45.230	44.920	44.890	44.870	44.870	
6	I-1-3-6	Dim. Tg. (Cm.)	3.076	3.016	2.998	2.980	2.962	2.944	2.926	2.918	2.916	2.916	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.083	3.033	3.019	3.005	2.991	2.977	2.963	2.955	2.953	2.953	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.113	10.098	10.094	10.090	10.086	10.082	10.078	10.077	10.076	10.076	
		P. Probeta (gr.)	81.160	63.030	54.360	47.230	42.050	40.300	40.210	40.190	40.180	40.180	
7	I-1-3-7	Dim. Tg. (Cm.)	3.293	3.114	3.068	3.022	2.976	2.930	2.884	2.879	2.877	2.877	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.060	3.011	2.997	2.983	2.969	2.955	2.941	2.936	2.934	2.934	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.128	10.092	10.083	10.074	10.065	10.056	10.047	10.046	10.045	10.045	
		P. Probeta (gr.)	105.060	88.420	73.890	66.650	60.010	57.600	57.500	57.470	57.460	57.460	
8	I-1-3-8	Dim. Tg. (Cm.)	3.106	2.997	2.967	2.937	2.907	2.877	2.847	2.841	2.839	2.839	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.096	3.030	3.012	2.994	2.976	2.958	2.940	2.934	2.932	2.932	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.077	10.074	10.073	10.072	10.071	10.070	10.069	10.069	10.069	10.069	
		P. Probeta (gr.)	86.150	70.450	60.430	55.260	46.030	45.200	45.090	45.060	45.040	45.030	
9	I-1-3-9	Dim. Tg. (Cm.)	3.103	3.022	3.001	2.980	2.959	2.938	2.917	2.912	2.910	2.910	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.103	3.033	3.014	2.995	2.976	2.957	2.938	2.933	2.931	2.931	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.085	10.081	10.079	10.077	10.075	10.073	10.071	10.070	10.069	10.069	
		P. Probeta (gr.)	89.580	73.880	61.500	55.980	47.450	45.270	45.190	45.170	45.160	45.160	
10	I-1-3-10	Dim. Tg. (Cm.)	3.117	3.044	3.025	3.006	2.987	2.968	2.949	2.944	2.942	2.942	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.124	3.051	3.030	3.009	2.988	2.967	2.946	2.941	2.939	2.939	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.068	10.066	10.066	10.066	10.066	10.066	10.066	10.068	10.067	10.067	
		P. Probeta (gr.)	92.190	74.450	64.240	57.670	53.410	51.280	51.270	51.260	51.250	51.250	

Tabla 31

Control dimensional, ensayo físico “contracción” de las probetas del 11 al 15 (Árbol I) y probetas del 1 al 5 (Árbol II); método de pincelado.

Nº	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	15/02/22 Saturado	22/02/22 T. Amb.	24/02/22 30°	25/02/22 70°	28/02/22 90°	01/03/22 103°	02/03/22 103°	03/03/22 103°	04/03/22 103°	06/03/22 103°	
11	I-1-3-11	Dim. Tg. (Cm.)	3.100	3.006	2.981	2.956	2.931	2.906	2.881	2.874	2.872	2.872	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.103	3.033	3.013	2.993	2.973	2.953	2.933	2.926	2.924	2.924	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.086	10.082	10.081	10.080	10.079	10.078	10.077	10.077	10.076	10.075	10.075
		P. Probeta (gr.)	90.340	71.580	61.520	54.130	48.390	47.640	47.560	47.540	47.520	47.520	47.520
12	I-1-3-12	Dim. Tg. (Cm.)	3.097	3.032	3.015	2.998	2.981	2.964	2.947	2.942	2.940	2.940	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.098	3.040	3.023	3.006	2.989	2.972	2.955	2.950	2.948	2.948	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.119	10.098	10.093	10.088	10.083	10.078	10.073	10.073	10.072	10.071	10.071
		P. Probeta (gr.)	85.960	65.780	55.050	50.020	46.030	44.440	44.380	44.360	44.360	44.350	44.350
13	I-1-3-13	Dim. Tg. (Cm.)	3.063	2.970	2.945	2.920	2.895	2.870	2.845	2.840	2.838	2.838	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.111	3.056	3.041	3.026	3.011	2.996	2.981	2.976	2.974	2.974	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.120	10.080	10.070	10.060	10.050	10.040	10.030	10.030	10.029	10.028	10.028
		P. Probeta (gr.)	80.540	61.050	50.690	44.010	42.540	41.010	40.860	40.840	40.840	40.830	40.830
14	I-1-3-14	Dim. Tg. (Cm.)	3.096	3.014	2.992	2.970	2.948	2.926	2.904	2.898	2.896	2.896	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.106	3.056	3.041	3.026	3.011	2.996	2.981	2.975	2.973	2.973	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.085	10.082	10.081	10.080	10.079	10.078	10.077	10.077	10.077	10.077	10.077
		P. Probeta (gr.)	90.820	67.990	60.110	53.040	50.190	49.200	49.060	49.040	49.040	49.030	49.020
15	I-1-3-15	Dim. Tg. (Cm.)	3.114	3.008	2.979	2.950	2.921	2.892	2.863	2.858	2.856	2.856	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.103	3.044	3.028	3.012	2.996	2.980	2.964	2.959	2.957	2.957	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.085	10.071	10.068	10.065	10.062	10.059	10.056	10.056	10.055	10.054	10.054
		P. Probeta (gr.)	88.930	67.820	56.970	50.990	48.770	47.650	47.530	47.510	47.510	47.500	47.500
16	II-1-3-1	Dim. Tg. (Cm.)	3.093	3.004	2.980	2.956	2.932	2.908	2.884	2.879	2.877	2.877	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.104	3.032	3.012	2.992	2.972	2.952	2.932	2.927	2.925	2.925	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.096	10.086	10.083	10.080	10.077	10.074	10.071	10.071	10.070	10.069	10.069
		P. Probeta (gr.)	88.970	69.130	58.910	53.450	50.940	49.490	49.410	49.380	49.380	49.370	49.370
17	II-1-3-2	Dim. Tg. (Cm.)	3.107	3.004	2.975	2.946	2.917	2.888	2.859	2.852	2.850	2.850	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.123	3.069	3.053	3.037	3.021	3.005	2.989	2.982	2.980	2.980	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.090	10.066	10.060	10.054	10.048	10.042	10.036	10.036	10.035	10.034	10.034
		P. Probeta (gr.)	93.490	72.900	62.730	55.350	49.800	48.610	48.500	48.480	48.480	48.470	48.470
18	II-1-3-3	Dim. Tg. (Cm.)	3.107	3.017	2.990	2.963	2.936	2.909	2.882	2.870	2.868	2.868	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.096	3.067	3.050	3.033	3.016	2.999	2.982	2.942	2.940	2.940	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.090	10.079	10.076	10.073	10.070	10.067	10.064	10.064	10.063	10.062	10.062
		P. Probeta (gr.)	86.820	65.140	54.700	49.990	46.200	45.110	45.000	44.970	44.970	44.960	44.960
19	II-1-3-4	Dim. Tg. (Cm.)	3.091	2.993	2.967	2.941	2.915	2.889	2.863	2.858	2.856	2.855	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.104	3.048	3.033	3.018	3.003	2.988	2.973	2.968	2.966	2.966	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.104	10.092	10.088	10.084	10.080	10.076	10.072	10.072	10.072	10.072	10.072
		P. Probeta (gr.)	86.820	65.140	54.700	49.990	46.200	45.110	45.000	44.970	44.970	44.960	44.960
20	II-1-3-5	Dim. Tg. (Cm.)	3.106	3.014	2.988	2.962	2.936	2.910	2.884	2.879	2.877	2.876	
		Dim. Rd. (Cm.)	3.069	3.013	2.997	2.981	2.965	2.949	2.933	2.928	2.926	2.926	
		Dim. Ln. (Cm.)	10.102	10.101	10.100	10.099	10.098	10.097	10.096	10.096	10.095	10.094	10.094
		P. Probeta (gr.)	85.540	66.670	55.340	49.980	46.600	45.410	45.320	45.300	45.300	45.290	45.290


Tabla 32

Control dimensional, ensayo físico “contracción” de las probetas del 6 al 15 (Árbol II), método de pincelado.

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	15/02/22 Saturado	22/02/22 T. Amb.	24/02/22 30°	25/02/22 70°	28/02/22 90°	01/03/22 103°	02/03/22 103°	03/03/22 103°	04/03/22 103°	06/03/22 103°
21	II-1-3-6	Dim. Tg. (Cm.)	3.112	3.031	3.009	2.987	2.965	2.943	2.921	2.916	2.914	2.913
		Dim. Rd. (Cm.)	3.096	3.037	3.020	3.003	2.986	2.969	2.952	2.947	2.945	2.945
		Dim. Ln. (Cm.)	10.084	10.083	10.082	10.081	10.080	10.079	10.078	10.077	10.076	10.076
22	II-1-3-7	P. Probeta (gr.)	82.910	63.990	52.070	47.780	44.130	43.150	43.000	42.570	42.560	42.560
		Dim. Tg. (Cm.)	3.112	3.018	2.992	2.966	2.940	2.914	2.888	2.883	2.881	2.880
		Dim. Rd. (Cm.)	3.108	3.036	3.016	2.996	2.976	2.956	2.936	2.931	2.929	2.929
23	II-1-3-8	Dim. Ln. (Cm.)	10.092	10.075	10.071	10.067	10.063	10.059	10.055	10.054	10.053	10.053
		P. Probeta (gr.)	92.110	72.120	61.670	55.330	51.090	49.650	49.560	49.530	49.520	49.520
		Dim. Tg. (Cm.)	3.082	2.981	2.954	2.927	2.900	2.873	2.846	2.841	2.839	2.838
24	II-1-3-9	Dim. Rd. (Cm.)	3.111	3.042	3.024	3.006	2.988	2.970	2.952	2.947	2.945	2.945
		Dim. Ln. (Cm.)	10.104	10.095	10.093	10.091	10.089	10.087	10.085	10.084	10.083	10.083
		P. Probeta (gr.)	90.220	70.550	57.570	50.760	48.660	47.600	47.520	47.510	47.500	47.500
25	II-1-3-10	Dim. Tg. (Cm.)	3.122	3.037	3.013	2.989	2.965	2.941	2.917	2.912	2.909	2.908
		Dim. Rd. (Cm.)	3.091	3.027	3.009	2.991	2.973	2.955	2.937	2.932	2.929	2.929
		Dim. Ln. (Cm.)	10.091	10.087	10.085	10.083	10.081	10.079	10.077	10.076	10.075	10.075
26	II-1-3-11	P. Probeta (gr.)	85.300	65.550	55.670	49.090	45.980	43.920	43.800	43.760	43.760	43.760
		Dim. Tg. (Cm.)	3.105	3.042	3.024	3.006	2.988	2.970	2.952	2.947	2.944	2.943
		Dim. Rd. (Cm.)	3.122	3.050	3.031	3.012	2.993	2.974	2.955	2.950	2.947	2.947
27	II-1-3-12	Dim. Ln. (Cm.)	10.085	10.076	10.074	10.072	10.070	10.068	10.066	10.065	10.064	10.064
		P. Probeta (gr.)	88.810	69.360	57.320	50.560	46.950	45.600	45.490	45.480	45.470	45.470
		Dim. Tg. (Cm.)	3.111	3.014	2.987	2.960	2.933	2.906	2.879	2.874	2.871	2.870
28	II-1-3-13	Dim. Rd. (Cm.)	3.099	3.032	3.013	2.994	2.975	2.956	2.937	2.932	2.929	2.929
		Dim. Ln. (Cm.)	10.103	10.081	10.074	10.067	10.060	10.053	10.046	10.045	10.044	10.044
		P. Probeta (gr.)	94.100	73.180	61.450	54.370	51.500	50.490	50.350	50.330	50.320	50.320
29	II-1-3-14	Dim. Tg. (Cm.)	3.118	3.049	3.030	3.011	2.992	2.973	2.954	2.949	2.946	2.945
		Dim. Rd. (Cm.)	3.136	3.059	3.038	3.017	2.996	2.975	2.954	2.949	2.946	2.946
		Dim. Ln. (Cm.)	10.088	10.080	10.077	10.074	10.071	10.068	10.065	10.064	10.063	10.063
30	II-1-3-15	P. Probeta (gr.)	91.350	68.230	55.650	48.980	45.760	44.630	44.520	44.510	44.510	44.500
		Dim. Tg. (Cm.)	3.116	2.997	2.966	2.935	2.904	2.873	2.842	2.837	2.834	2.833
		Dim. Rd. (Cm.)	3.126	3.064	3.046	3.028	3.010	2.992	2.974	2.969	2.966	2.966
30	II-1-3-15	Dim. Ln. (Cm.)	10.111	10.075	10.066	10.057	10.048	10.039	10.030	10.029	10.028	10.028
		P. Probeta (gr.)	106.540	80.540	67.660	58.090	51.720	50.600	50.450	50.430	50.420	50.420
		Dim. Tg. (Cm.)	3.126	3.035	3.009	2.983	2.957	2.931	2.905	2.900	2.897	2.896
30	II-1-3-15	Dim. Rd. (Cm.)	3.087	3.043	3.029	3.015	3.001	2.987	2.973	2.968	2.965	2.965
		Dim. Ln. (Cm.)	10.092	10.086	10.084	10.082	10.080	10.078	10.076	10.075	10.074	10.074
		P. Probeta (gr.)	82.340	65.150	54.450	48.730	45.600	44.300	44.180	44.150	44.140	44.130
30	II-1-3-15	Dim. Tg. (Cm.)	3.109	3.006	2.977	2.948	2.919	2.890	2.861	2.855	2.852	2.852
		Dim. Rd. (Cm.)	3.112	3.053	3.036	3.019	3.002	2.985	2.968	2.962	2.959	2.959
		Dim. Ln. (Cm.)	10.101	10.083	10.078	10.073	10.068	10.063	10.058	10.057	10.056	10.056
		P. Probeta (gr.)	93.330	74.190	62.340	54.590	51.670	50.530	50.440	50.420	50.410	50.410

Tabla 33

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo físico “**Contracción**” de la probeta I-2-3-1, método de inmersión.

 ENSAYO DE CONTRACCIÓN											
NOMBRE COMUN: <u>TORNILLO</u>			N° DE XILOTECA: _____ N° DE ARBOL <u>I</u>			NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251 - 012.					
NOMBRE CIENTÍFICO: <u>Cedrelinga cateniformis</u>			PROCEDENCIA: <u>Santa Fé, Santa María de Nieva, Amazon</u>			PROYECTO: <u>TESIS</u>					
FAMILIA: <u>Leguminosae</u>			CONDICIÓN : SECA AL AIRE. <input type="checkbox"/> SATURADA. <input checked="" type="checkbox"/>			ENSAYO: <u>INMERSIÓN</u>					
											MUESTRA <u>I-2-3-1</u>
DATOS	DIMENSIONES (MM.).			VOLUMEN (CM3).	PESO (GRS.)	M (%)	CONTRACCION β (%).				FECHA Y HORA
	TANGENCIAL.	RADIAL.	LONGITUDINAL				TANGEN.	RADIAL.	LONGITUD.	VOLUMET.	
							βT.	βR.	βI.	βv.	
CONTROL N°.											
SATURADO.											
SECO AL AIRE / HORNO											
01.	30.66	30.79	101.04	95.38	86.40	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	15/02/2022
02.	30.04	30.21	100.95	91.61	70.99	21.71	2.0222	1.8837	0.0891	3.9534	22/02/2022
03.	29.83	30.03	100.92	90.40	60.54	42.72	2.7071	2.4683	0.1188	5.2213	24/02/2022
04.	29.62	29.85	100.89	89.20	55.34	56.13	3.3920	3.0529	0.1485	6.4805	25/02/2022
05.	29.41	29.67	100.86	88.01	46.12	87.34	4.0770	3.6375	0.1781	7.7309	28/02/2022
06.	29.20	29.49	100.83	86.83	45.00	92.00	4.7619	4.2222	0.2078	8.9726	01/03/2022
07.	28.99	29.31	100.80	85.65	44.90	92.43	5.4468	4.8068	0.2375	10.2056	02/03/2022
08.	28.78	29.13	100.77	84.48	44.82	92.77	6.1318	5.3914	0.2672	11.4299	03/03/2022
09.	28.76	29.12	100.75	84.38	44.80	92.86	6.1970	5.4238	0.2870	11.5393	04/03/2022
10.	28.75	29.12	100.75	84.35	44.79	92.90	6.2296	5.4238	0.2870	11.5701	06/03/2022

RELACION : βT / βR = T / R = 1.1486

Tabla 34

Control dimensional, ensayo físico “contracción” de las probetas del 1 al 10 (Árbol I), método de inmersión.

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	15/02/22 T. Amb.	22/02/22 T. Amb.	24/02/22 30°	25/02/22 70°	28/02/22 90°	01/03/22 103°	02/03/22 103°	03/03/22 103°	04/03/22 103°	06/03/22 103°
1	I-2-3-1	Dim. Tg. (Cm.)	3.066	3.004	2.983	2.962	2.941	2.920	2.899	2.878	2.876	2.875
		Dim. Rd. (Cm.)	3.079	3.021	3.003	2.985	2.967	2.949	2.931	2.913	2.912	2.912
		Dim. Ln. (Cm.)	10.104	10.095	10.092	10.089	10.086	10.083	10.080	10.077	10.075	10.075
		P. Probeta (gr.)	85.450	69.010	59.560	51.670	46.980	45.920	45.810	45.760	45.740	45.730
2	I-2-3-2	Dim. Tg. (Cm.)	3.059	3.003	2.985	2.967	2.949	2.931	2.913	2.895	2.894	2.894
		Dim. Rd. (Cm.)	3.094	3.028	3.005	2.982	2.959	2.936	2.913	2.890	2.888	2.887
		Dim. Ln. (Cm.)	10.097	10.087	10.086	10.085	10.084	10.083	10.082	10.081	10.081	10.081
		P. Probeta (gr.)	86.520	70.510	60.230	53.340	48.870	47.970	47.870	47.810	47.790	47.780
3	I-2-3-3	Dim. Tg. (Cm.)	3.107	3.043	3.021	2.999	2.977	2.955	2.933	2.911	2.909	2.908
		Dim. Rd. (Cm.)	3.101	3.051	3.035	3.019	3.003	2.987	2.971	2.955	2.954	2.954
		Dim. Ln. (Cm.)	10.097	10.076	10.076	10.076	10.076	10.076	10.076	10.076	10.076	10.076
		P. Probeta (gr.)	92.560	75.200	64.050	55.590	47.990	45.910	45.800	45.740	45.720	45.720
4	I-2-3-4	Dim. Tg. (Cm.)	3.088	3.011	2.986	2.961	2.936	2.911	2.886	2.861	2.859	2.858
		Dim. Rd. (Cm.)	3.036	2.985	2.970	2.955	2.940	2.925	2.910	2.895	2.894	2.894
		Dim. Ln. (Cm.)	10.094	10.084	10.082	10.080	10.078	10.076	10.074	10.072	10.070	10.070
		P. Probeta (gr.)	86.830	70.990	59.070	52.340	47.500	46.430	46.340	46.300	46.290	46.290
5	I-2-3-5	Dim. Tg. (Cm.)	3.106	3.039	3.018	2.997	2.976	2.955	2.934	2.913	2.911	2.910
		Dim. Rd. (Cm.)	3.116	3.062	3.044	3.026	3.008	2.990	2.972	2.954	2.953	2.953
		Dim. Ln. (Cm.)	10.097	10.090	10.088	10.086	10.084	10.082	10.080	10.078	10.076	10.076
		P. Probeta (gr.)	86.880	70.560	60.020	52.580	47.050	46.020	45.910	45.850	45.830	45.830
6	I-2-3-6	Dim. Tg. (Cm.)	3.084	3.039	3.026	3.013	3.000	2.987	2.974	2.961	2.960	2.960
		Dim. Rd. (Cm.)	3.121	3.062	3.044	3.026	3.008	2.990	2.972	2.954	2.953	2.953
		Dim. Ln. (Cm.)	10.125	10.110	10.106	10.102	10.098	10.094	10.090	10.086	10.084	10.084
		P. Probeta (gr.)	96.430	77.870	63.560	55.080	50.050	49.040	48.930	48.890	48.880	48.880
7	I-2-3-7	Dim. Tg. (Cm.)	3.108	3.052	3.035	3.018	3.001	2.984	2.967	2.950	2.949	2.949
		Dim. Rd. (Cm.)	3.142	3.081	3.060	3.039	3.018	2.997	2.976	2.955	2.953	2.952
		Dim. Ln. (Cm.)	10.114	10.101	10.098	10.095	10.092	10.089	10.086	10.083	10.081	10.081
		P. Probeta (gr.)	93.570	76.250	64.890	54.210	48.870	47.640	47.530	47.480	47.460	47.450
8	I-2-3-8	Dim. Tg. (Cm.)	3.097	3.024	3.001	2.978	2.955	2.932	2.909	2.886	2.884	2.883
		Dim. Rd. (Cm.)	3.063	3.016	3.001	2.986	2.971	2.956	2.941	2.926	2.925	2.925
		Dim. Ln. (Cm.)	10.110	10.105	10.103	10.101	10.099	10.097	10.095	10.093	10.091	10.091
		P. Probeta (gr.)	85.990	70.410	60.120	51.870	43.750	42.720	42.610	42.560	42.550	42.550
9	I-2-3-9	Dim. Tg. (Cm.)	3.123	3.052	3.029	3.006	2.983	2.960	2.937	2.914	2.912	2.911
		Dim. Rd. (Cm.)	3.116	3.055	3.034	3.013	2.992	2.971	2.950	2.929	2.927	2.926
		Dim. Ln. (Cm.)	10.064	10.048	10.042	10.036	10.030	10.024	10.018	10.012	10.009	10.008
		P. Probeta (gr.)	92.840	77.560	65.160	54.770	49.690	48.680	48.570	48.520	48.500	48.500
10	I-2-3-10	Dim. Tg. (Cm.)	3.059	2.984	2.958	2.932	2.906	2.880	2.854	2.828	2.826	2.825
		Dim. Rd. (Cm.)	3.072	3.015	2.998	2.981	2.964	2.947	2.930	2.913	2.912	2.912
		Dim. Ln. (Cm.)	10.073	10.057	10.052	10.047	10.042	10.037	10.032	10.027	10.024	10.024
		P. Probeta (gr.)	83.950	68.140	58.980	53.540	49.350	48.320	48.210	48.160	48.140	48.130

Tabla 35

Control dimensional, ensayo físico “contracción” de las probetas del 11 al 15 (Árbol I) y probetas del 1 al 5 (Árbol II), método de inmersión.

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	15/02/22	22/02/22	24/02/22	25/02/22	28/02/22	01/03/22	02/03/22	03/03/22	04/03/22	06/03/22
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
11	I-2-3-11	Dim. Tg. (Cm.)	3.115	3.040	3.016	2.992	2.968	2.944	2.920	2.896	2.894	2.893
		Dim. Rd. (Cm.)	3.129	3.058	3.034	3.010	2.986	2.962	2.938	2.914	2.912	2.911
		Dim. Ln. (Cm.)	10.127	10.108	10.103	10.098	10.093	10.088	10.083	10.078	10.075	10.075
		P. Probeta (gr.)	94.700	78.540	67.120	57.930	50.030	49.040	48.930	48.890	48.880	48.880
12	I-2-3-12	Dim. Tg. (Cm.)	3.081	3.010	2.987	2.964	2.941	2.918	2.895	2.872	2.870	2.869
		Dim. Rd. (Cm.)	3.006	2.955	2.938	2.921	2.904	2.887	2.870	2.853	2.852	2.852
		Dim. Ln. (Cm.)	10.173	10.139	10.129	10.119	10.109	10.099	10.089	10.079	10.077	10.077
		P. Probeta (gr.)	86.730	70.140	59.490	51.180	47.200	46.180	46.070	46.020	46.010	46.000
13	I-2-3-13	Dim. Tg. (Cm.)	3.013	2.969	2.954	2.939	2.924	2.909	2.894	2.879	2.878	2.878
		Dim. Rd. (Cm.)	3.062	3.014	2.999	2.984	2.969	2.954	2.939	2.924	2.923	2.923
		Dim. Ln. (Cm.)	10.107	10.094	10.091	10.088	10.085	10.082	10.079	10.076	10.074	10.074
		P. Probeta (gr.)	94.230	78.450	67.110	57.330	49.480	48.420	48.310	48.260	48.240	48.230
14	I-2-3-14	Dim. Tg. (Cm.)	3.101	3.029	3.006	2.983	2.960	2.937	2.914	2.891	2.889	2.888
		Dim. Rd. (Cm.)	3.100	3.043	3.024	3.005	2.986	2.967	2.948	2.929	2.927	2.926
		Dim. Ln. (Cm.)	10.066	10.058	10.055	10.052	10.049	10.046	10.043	10.040	10.038	10.038
		P. Probeta (gr.)	93.650	77.990	66.870	57.190	50.720	49.730	49.620	49.570	49.560	49.560
15	I-2-3-15	Dim. Tg. (Cm.)	3.128	3.063	3.042	3.021	3.000	2.979	2.958	2.937	2.935	2.934
		Dim. Rd. (Cm.)	3.101	3.052	3.037	3.022	3.007	2.992	2.977	2.962	2.961	2.961
		Dim. Ln. (Cm.)	10.088	10.081	10.079	10.077	10.075	10.073	10.071	10.069	10.067	10.067
		P. Probeta (gr.)	89.000	73.640	62.870	54.100	48.850	47.860	47.750	47.710	47.690	47.690
16	II-2-3-1	Dim. Tg. (Cm.)	3.087	2.999	2.968	2.937	2.906	2.875	2.844	2.813	2.810	2.808
		Dim. Rd. (Cm.)	2.946	2.898	2.883	2.868	2.853	2.838	2.823	2.808	2.806	2.806
		Dim. Ln. (Cm.)	10.083	10.071	10.070	10.069	10.068	10.067	10.066	10.065	10.065	10.065
		P. Probeta (gr.)	86.810	70.870	59.440	53.140	50.340	49.310	49.200	49.150	49.130	49.120
17	II-2-3-2	Dim. Tg. (Cm.)	3.136	3.059	3.035	3.011	2.987	2.963	2.939	2.915	2.913	2.912
		Dim. Rd. (Cm.)	3.118	3.073	3.060	3.047	3.034	3.021	3.008	2.995	2.993	2.993
		Dim. Ln. (Cm.)	10.075	10.066	10.065	10.064	10.063	10.062	10.061	10.060	10.060	10.060
		P. Probeta (gr.)	98.180	77.970	61.010	53.740	49.030	48.020	47.910	47.860	47.840	47.830
18	II-2-3-3	Dim. Tg. (Cm.)	3.109	3.046	3.025	3.004	2.983	2.962	2.941	2.920	2.918	2.917
		Dim. Rd. (Cm.)	3.118	3.061	3.042	3.023	3.004	2.985	2.966	2.947	2.945	2.944
		Dim. Ln. (Cm.)	10.121	10.103	10.098	10.093	10.088	10.083	10.078	10.073	10.070	10.070
		P. Probeta (gr.)	104.640	84.660	69.380	59.570	52.440	51.410	51.320	51.280	51.270	51.270
19	II-2-3-4	Dim. Tg. (Cm.)	3.159	3.099	3.080	3.061	3.042	3.023	3.004	2.985	2.984	2.984
		Dim. Rd. (Cm.)	3.148	3.077	3.053	3.029	3.005	2.981	2.957	2.933	2.931	2.930
		Dim. Ln. (Cm.)	10.079	10.067	10.065	10.063	10.061	10.059	10.057	10.055	10.053	10.053
		P. Probeta (gr.)	104.640	84.660	69.380	59.570	52.440	51.410	51.320	51.280	51.270	51.270
20	II-2-3-5	Dim. Tg. (Cm.)	3.029	3.012	3.007	3.002	2.997	2.992	2.987	2.982	2.981	2.981
		Dim. Rd. (Cm.)	3.108	3.050	3.032	3.014	2.996	2.978	2.960	2.942	2.941	2.941
		Dim. Ln. (Cm.)	10.074	10.060	10.056	10.052	10.048	10.044	10.040	10.036	10.034	10.034
		P. Probeta (gr.)	97.510	80.910	68.760	63.280	59.650	57.910	57.800	57.760	57.750	57.750

Tabla 36

Control dimensional, ensayo físico “contracción” de las probetas del 6 al 15 (Árbol II), método de inmersión.

N°	CODIGO PROBETA	FECHA REG. CONDICION	15/02/22	22/02/22	24/02/22	25/02/22	28/02/22	01/03/22	02/03/22	03/03/22	04/03/22	06/03/22
			T. Amb.	T. Amb.	30°	70°	90°	103°	103°	103°	103°	103°
21	II-2-3-6	Dim. Tg. (Cm.)	3.110	3.030	3.005	2.980	2.955	2.930	2.905	2.880	2.878	2.877
		Dim. Rd. (Cm.)	3.008	2.948	2.929	2.910	2.891	2.872	2.853	2.834	2.832	2.831
		Dim. Ln. (Cm.)	10.125	10.107	10.101	10.095	10.089	10.083	10.077	10.071	10.069	10.068
		P. Probeta (gr.)	92.510	76.360	65.330	56.290	48.550	47.520	47.410	47.370	47.350	47.340
22	II-2-3-7	Dim. Tg. (Cm.)	3.049	2.982	2.959	2.936	2.913	2.890	2.867	2.844	2.842	2.841
		Dim. Rd. (Cm.)	3.055	2.995	2.977	2.959	2.941	2.923	2.905	2.887	2.886	2.886
		Dim. Ln. (Cm.)	10.108	10.087	10.082	10.077	10.072	10.067	10.062	10.057	10.054	10.054
		P. Probeta (gr.)	84.220	70.000	60.010	52.150	46.900	45.900	45.800	45.750	45.730	45.720
23	II-2-3-8	Dim. Tg. (Cm.)	3.138	3.066	3.043	3.020	2.997	2.974	2.951	2.928	2.926	2.925
		Dim. Rd. (Cm.)	3.112	3.060	3.045	3.030	3.015	3.000	2.985	2.970	2.969	2.969
		Dim. Ln. (Cm.)	10.083	10.071	10.067	10.063	10.059	10.055	10.051	10.047	10.045	10.045
		P. Probeta (gr.)	93.750	77.770	65.140	55.310	48.200	47.160	47.050	47.010	47.000	47.000
24	II-2-3-9	Dim. Tg. (Cm.)	3.095	3.019	2.993	2.967	2.941	2.915	2.889	2.863	2.861	2.860
		Dim. Rd. (Cm.)	3.108	3.050	3.030	3.010	2.990	2.970	2.950	2.930	2.927	2.925
		Dim. Ln. (Cm.)	10.094	10.075	10.068	10.061	10.054	10.047	10.040	10.033	10.030	10.029
		P. Probeta (gr.)	87.340	71.070	61.020	54.060	50.340	49.330	49.220	49.170	49.150	49.140
25	II-2-3-10	Dim. Tg. (Cm.)	3.101	3.043	3.023	3.003	2.983	2.963	2.943	2.923	2.921	2.920
		Dim. Rd. (Cm.)	3.114	3.055	3.035	3.015	2.995	2.975	2.955	2.935	2.933	2.932
		Dim. Ln. (Cm.)	10.085	10.080	10.079	10.078	10.077	10.076	10.075	10.074	10.072	10.072
		P. Probeta (gr.)	88.730	72.990	61.870	53.000	48.570	47.850	47.750	47.710	47.700	47.700
26	II-2-3-11	Dim. Tg. (Cm.)	3.051	2.982	2.958	2.934	2.910	2.886	2.862	2.838	2.836	2.835
		Dim. Rd. (Cm.)	3.070	3.016	2.999	2.982	2.965	2.948	2.931	2.914	2.913	2.913
		Dim. Ln. (Cm.)	10.089	10.089	10.089	10.089	10.089	10.089	10.089	10.089	10.089	10.089
		P. Probeta (gr.)	85.260	69.950	58.980	51.990	47.170	46.180	46.070	46.010	45.990	45.980
27	II-2-3-12	Dim. Tg. (Cm.)	3.082	3.011	2.987	2.963	2.939	2.915	2.891	2.867	2.865	2.864
		Dim. Rd. (Cm.)	3.008	2.961	2.946	2.931	2.916	2.901	2.886	2.871	2.870	2.870
		Dim. Ln. (Cm.)	10.089	10.084	10.084	10.084	10.084	10.084	10.084	10.084	10.084	10.084
		P. Probeta (gr.)	83.540	68.010	58.840	50.940	46.680	45.670	45.570	45.520	45.500	45.490
28	II-2-3-13	Dim. Tg. (Cm.)	3.055	3.005	2.988	2.971	2.954	2.937	2.920	2.903	2.902	2.902
		Dim. Rd. (Cm.)	3.084	3.026	3.006	2.986	2.966	2.946	2.926	2.906	2.904	2.903
		Dim. Ln. (Cm.)	10.082	10.060	10.053	10.046	10.039	10.032	10.025	10.018	10.015	10.014
		P. Probeta (gr.)	86.250	70.690	60.080	52.140	47.510	46.500	46.370	46.320	46.300	46.300
29	II-2-3-14	Dim. Tg. (Cm.)	3.154	3.103	3.086	3.069	3.052	3.035	3.018	3.001	3.000	3.000
		Dim. Rd. (Cm.)	3.156	3.089	3.067	3.045	3.023	3.001	2.979	2.957	2.955	2.954
		Dim. Ln. (Cm.)	10.090	10.081	10.078	10.075	10.072	10.069	10.066	10.063	10.061	10.061
		P. Probeta (gr.)	91.350	72.150	59.040	52.150	48.840	47.850	47.740	47.700	47.690	47.680
30	II-2-3-15	Dim. Tg. (Cm.)	3.069	2.997	2.973	2.949	2.925	2.901	2.877	2.853	2.851	2.850
		Dim. Rd. (Cm.)	3.084	3.028	3.009	2.990	2.971	2.952	2.933	2.914	2.913	2.913
		Dim. Ln. (Cm.)	10.109	10.096	10.092	10.088	10.084	10.080	10.076	10.072	10.070	10.070
		P. Probeta (gr.)	83.960	68.140	57.150	50.030	46.820	45.800	45.710	45.660	45.650	45.650

2.7. ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS:

Los ensayos mecánicos (compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, tracción paralela a la fibra, flexión estática, corte paralelo a la fibra y dureza), se realizaron en el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITE madera, en su sede de la ciudad de Lima.

2.7.1. Compresión paralela a la fibra

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.014.

En primer lugar, se midió con un vernier las dimensiones de cada una de las probetas en dos tipos de secciones a razón de 3 muestras por sección (“a” y “b”, 6 en total), con el fin de obtener el área paralela a la carga que se aplicó.

Seguidamente, teniendo las probetas requeridas y habiendo preparado e instrumentado la “Maquina Universal” con sus respectivos accesorios se procedió a ensayar de modo controlado y secuencial a una velocidad de 0.6 mm/min, tal que, la carga axial paralela a la fibra llegue hasta su punto de rotura. Asimismo, mediante un “deflectómetro” se registró (a intervalos de carga de 500 Lbs) las deformaciones totales que sufrió la probeta durante el proceso de ensayo.

Luego de realizado el ensayo de cada probeta, de esta se extrajo una pieza de 20 mm de longitud de la zona no dañada y cercana al área donde ha ocurrido el agrietamiento (falla), para posteriormente determinar su volumen, peso en estado húmedo o verde y colocarlas en una estufa a temperatura constante de $103 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, con el fin de deshidratarlas totalmente y volverlas a pesar obteniendo el peso anhidro.

La información obtenida se anotó en el formato elaborado por el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITEmadera.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 37

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, de la probeta I-1-4-1, método de pincelado.

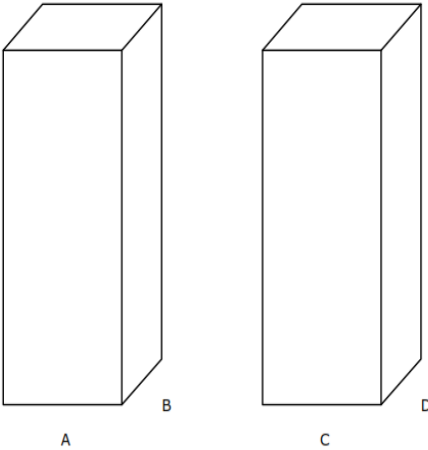
CITE <i>madera</i> Lima		FORMATO PARA EL ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS					
NOMBRE COMÚN: Tornillo NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga Cateniformis FAMILIA: Leguminosae		N° DE XILOTECA: MUESTRA N°: Probeta I-1-4-1 PROCEDENCIA: Amazonas		N° DE ÁRBOL: I			
DATOS PARA EL CENTRO DE CÁLCULO		CONDICIÓN		CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (mm).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (mm).
LUZ: _____ CMS.	SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/>	1	500	0.586	41		
P: _____ LBS.	SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/>	2	1000	0.712	42		
P': _____ LBS.	DURAMEN: _____ %	3	1500	0.803	43		
Y: 15 CMS.		4	2000	0.881	44		
		5	2500	0.956	45		
		6	3000	1.020	46		
ANCHO (A): 5.051 CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	7	3500	1.082	47		
ESPESOR (B): 5.042 CMS.	PESO (): _____ GRS.	8	4000	1.141	48		
	PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.	9	4500	1.199	49		
	VOLUMEN: _____ CM3	10	5000	1.255	50		
	CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ %	11	5500	1.312	51		
	DENSIDAD: _____ GRS./CM3	12	6000	1.367	52		
		13	6500	1.421	53		
		14	7000	1.473	54		
		15	7500	1.526	55		
		16	8000	1.576	56		
		17	8500	1.628	57		
		18	9000	1.679	58		
		19	9500	1.729	59		
		20	10000	1.780	60		
		21	10500	1.830	61		
		22	11000	1.879	62		
		23	11500	1.930	63		
		24	12000	1.979	64		
		25	12500	2.030	65		
		26	13000	2.081	66		
		27	13500	2.130	67		
		28	14000	2.182	68		
		29	14500	2.234	69		
		30	15000	2.287	70		
		31	15500	2.340	71		
		32	16000	2.398	72		
		33	16500	2.457	73		
		34	17000	2.518	74		
		35	17500	2.584	75		
		36	18000	2.662	76		
		37	18500	2.751	77		
		38	19000	2.881	78		
		39	19500	2.987	79		
		40	20000	3.512	80		
		OBSERVACIONES: _____					
NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251-014							
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)							
ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL:							
MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:							
MÓDULO DE ELASTICIDAD:							
INFORMACIÓN GENERAL:							
PROYECTO: <u>Tesis</u>							
EJECUTOR: <u>Ronny Davila - Sergio Sanchez</u>							
FECHA: <u>15/01/2022</u>							

Tabla 38

Área promedio, contenido de humedad y densidad básica, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado.

DIMENSIONES					
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Paralela a la Carga (a x b) (cm2).	
5.049	5.053	5.050	5.051		
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	25.467	
5.041	5.047	5.039	5.042		
Distancia entre abrazaderas del deflectómetro. (H) (Cm.)				(H) (Mm.)	
15.00				150.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).			DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	32.53	20.66	Volumen Saturado (Cm3)	50.93	0.53
Peso Anhidro (gr.)	26.96		Peso Anhidro (gr.)	26.96	

Fecha: 15/01/2022

Tiempo: 10 min. 05 seg.

Tabla 39

Datos procesados, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-I-4-1, método de pincelado.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	500	226.80	0.586	8.905	0.0039
2	1000	453.59	0.712	17.811	0.0047
3	1500	680.39	0.803	26.716	0.0054
4	2000	907.18	0.881	35.622	0.0059
5	2500	1133.98	0.956	44.527	0.0064
6	3000	1360.78	1.020	53.433	0.0068
7	3500	1587.57	1.082	62.338	0.0072
8	4000	1814.37	1.141	71.243	0.0076
9	4500	2041.16	1.199	80.149	0.0080
10	5000	2267.96	1.255	89.054	0.0084
11	5500	2494.76	1.312	97.960	0.0087
12	6000	2721.55	1.367	106.865	0.0091
13	6500	2948.35	1.421	115.771	0.0095
14	7000	3175.14	1.473	124.676	0.0098
15	7500	3401.94	1.526	133.582	0.0102
16	8000	3628.74	1.576	142.487	0.0105
17	8500	3855.53	1.628	151.392	0.0109
18	9000	4082.33	1.679	160.298	0.0112
19	9500	4309.12	1.729	169.203	0.0115
20	10000	4535.92	1.780	178.109	0.0119
21	10500	4762.72	1.830	187.014	0.0122
22	11000	4989.51	1.879	195.920	0.0125
23	11500	5216.31	1.930	204.825	0.0129
24	12000	5443.10	1.979	213.730	0.0132
25	12500	5669.90	2.030	222.636	0.0135
26	13000	5896.70	2.081	231.541	0.0139
27	13500	6123.49	2.130	240.447	0.0142
28	14000	6350.29	2.182	249.352	0.0145
29	14500	6577.08	2.234	258.258	0.0149
30	15000	6803.88	2.287	267.163	0.0152
31	15500	7030.68	2.340	276.068	0.0156
32	16000	7257.47	2.398	284.974	0.0160
33	16500	7484.27	2.457	293.879	0.0164
34	17000	7711.06	2.518	302.785	0.0168
35	17500	7937.86	2.584	311.690	0.0172
36	18000	8164.66	2.662	320.596	0.0177
37	18500	8391.45	2.751	329.501	0.0183
38	19000	8618.25	2.881	338.407	0.0192
39	19500	8845.04	2.987	347.312	0.0199
40	20000	9071.84	3.512	356.217	0.0234

Figura 6

Dispersograma, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado.

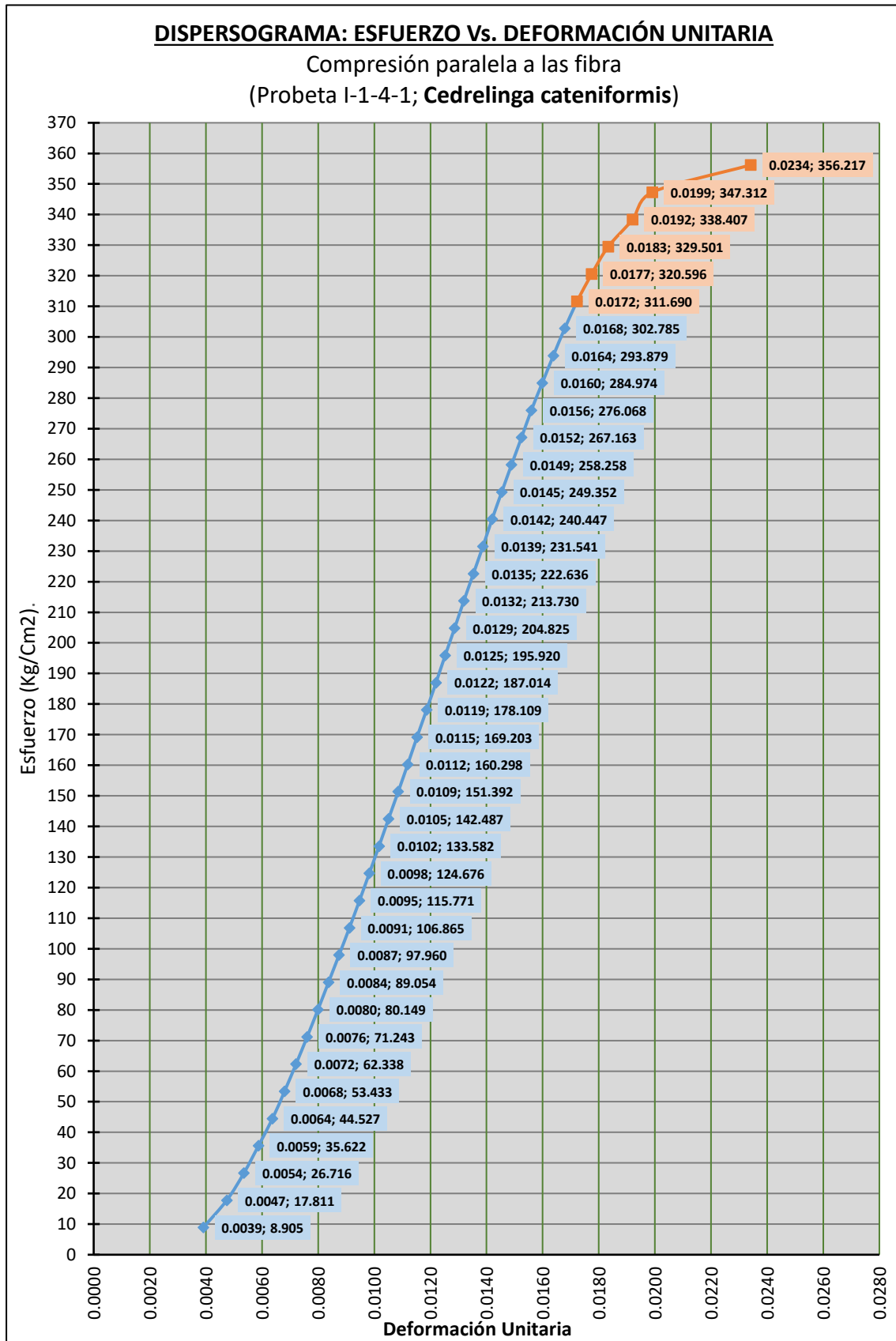
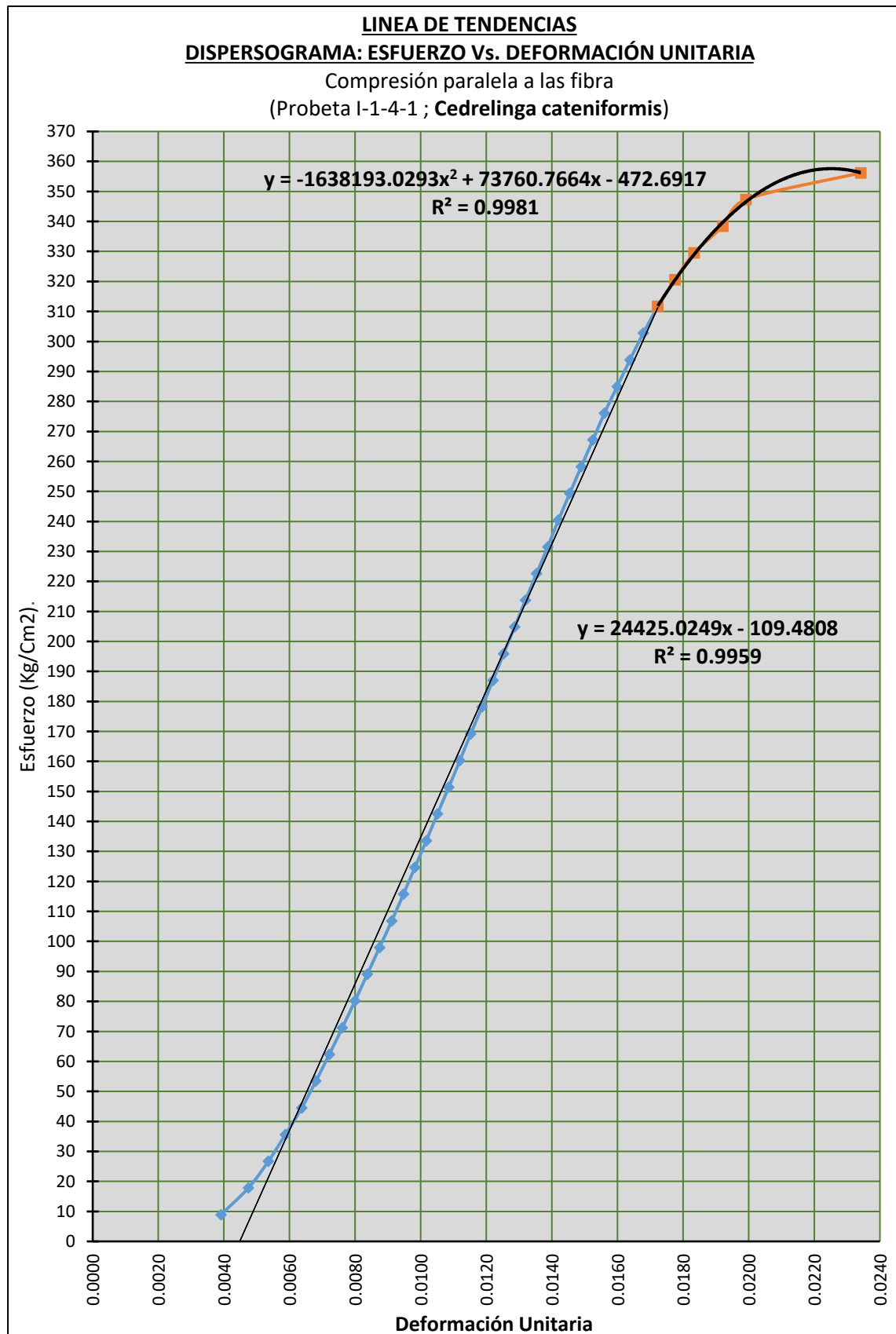


Figura 7

Ajuste, ensayo mecánico “*compresión paralela a la fibra*” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 24425.0249x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -1638193.0293x^2 + 59074.9526x - 174.98554$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.01282, 313.08089)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.01803, 357.59059)$$

Figura 8

Comportamiento, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-1-4-1, método de pincelado.

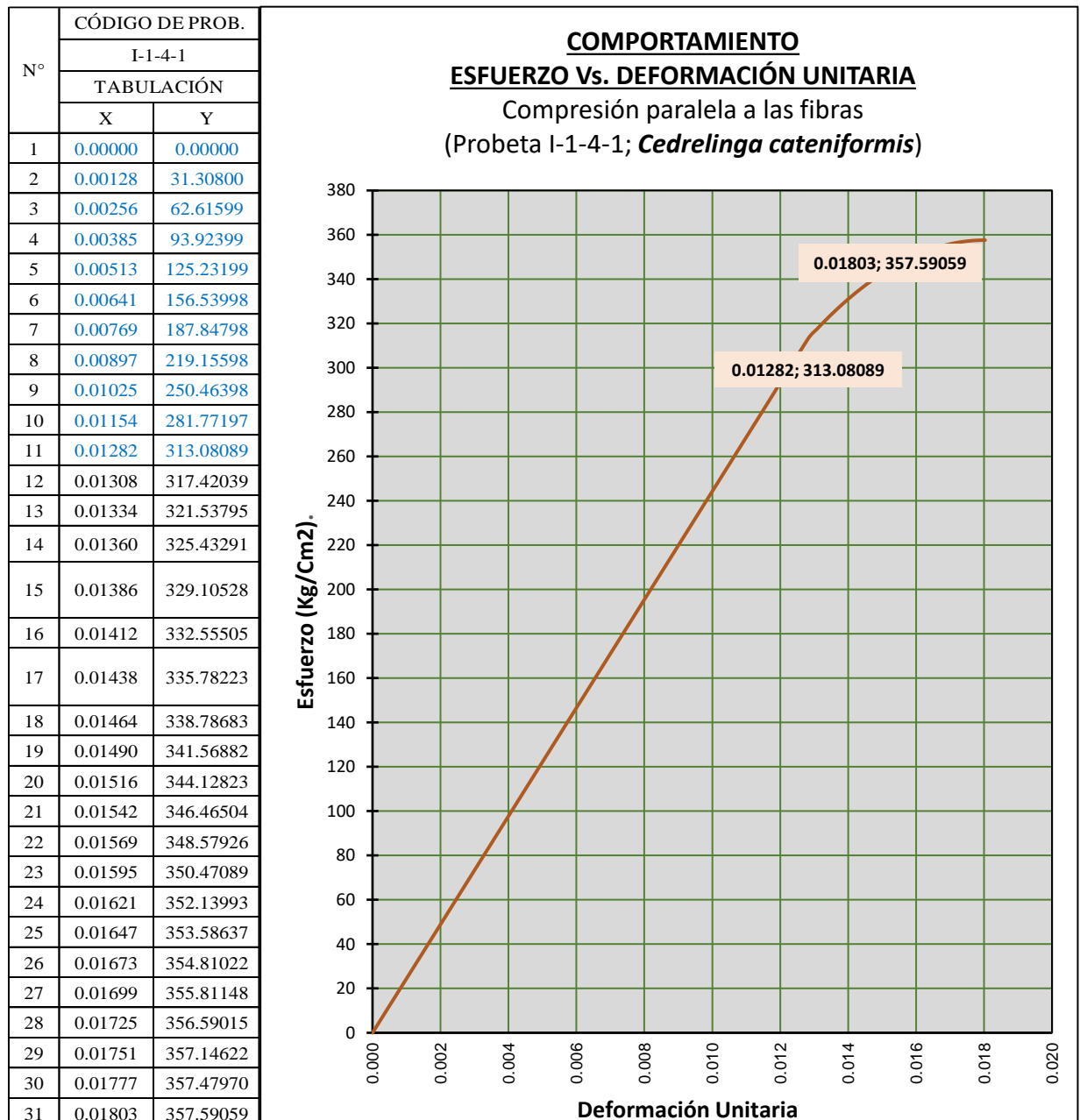


Tabla 40

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión.

DATOS PARA EL CENTRO DE CÓMPUTO		CONDICIÓN		CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
LUZ: _____ CMS.	SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/>	1	500	0.754	41	20500	3.385
P: _____ LBS.	SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/>	2	1000	0.909	42		
P': _____ LBS.	DURAMEN: _____ %	3	1500	1.019	43		
Y: <u>15</u> CMS.		4	2000	1.110	44		
		5	2500	1.196	45		
		6	3000	1.269	46		
ANCHO (A): <u>4.980</u> CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	7	3500	1.337	47		
ESPESOR (B): <u>5.016</u> CMS.	PESO (): _____ GRS.	8	4000	1.402	48		
	PESO SECO AL HORNO: _____ GRS.	9	4500	1.466	49		
	VOLUMEN: _____ CM3	10	5000	1.527	50		
	CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ %	11	5500	1.585	51		
	DENSIDAD: _____ GRS./CM3	12	6000	1.643	52		
		13	6500	1.699	53		
		14	7000	1.753	54		
		15	7500	1.807	55		
		16	8000	1.861	56		
		17	8500	1.912	57		
		18	9000	1.964	58		
		19	9500	2.016	59		
		20	10000	2.067	60		
		21	10500	2.117	61		
		22	11000	2.168	62		
		23	11500	2.218	63		
		24	12000	2.268	64		
		25	12500	2.319	65		
		26	13000	2.370	66		
		27	13500	2.422	67		
		28	14000	2.473	68		
		29	14500	2.525	69		
		30	15000	2.580	70		
		31	15500	2.634	71		
		32	16000	2.688	72		
		33	16500	2.745	73		
		34	17000	2.804	74		
		35	17500	2.865	75		
		36	18000	2.950	76		
		37	18500	2.998	77		
		38	19000	3.073	78		
		39	19500	3.155	79		
		40	20000	3.253	80		

Tabla 41

Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “*compresión paralela a la fibra*” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión.

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Paralela a la Carga (a x b) (cm2).
5.004	4.925	5.012	4.980	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	24.98
5.005	5.02	5.023	5.016	
Distancia entre abrazaderas del deflectómetro. (H) (Cm.)				(H) (Mm.)
15.00				150.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	34.58	14.66	Volumen Saturado (Cm3)	49.96
Peso Anhidro (gr.)	30.16		Peso Anhidro (gr.)	30.16
				0.60

Fecha: 15/01/2022

Tiempo: 9 min. 49 seg.

Tabla 42

Datos procesados, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	500	226.80	0.754	9.079	0.0050
2	1000	453.59	0.909	18.157	0.0061
3	1500	680.39	1.019	27.236	0.0068
4	2000	907.18	1.110	36.314	0.0074
5	2500	1133.98	1.196	45.393	0.0080
6	3000	1360.78	1.269	54.472	0.0085
7	3500	1587.57	1.337	63.550	0.0089
8	4000	1814.37	1.402	72.629	0.0093
9	4500	2041.16	1.466	81.708	0.0098
10	5000	2267.96	1.527	90.786	0.0102
11	5500	2494.76	1.585	99.865	0.0106
12	6000	2721.55	1.643	108.943	0.0110
13	6500	2948.35	1.699	118.022	0.0113
14	7000	3175.14	1.753	127.101	0.0117
15	7500	3401.94	1.807	136.179	0.0120
16	8000	3628.74	1.861	145.258	0.0124
17	8500	3855.53	1.912	154.336	0.0127
18	9000	4082.33	1.964	163.415	0.0131
19	9500	4309.12	2.016	172.494	0.0134
20	10000	4535.92	2.067	181.572	0.0138
21	10500	4762.72	2.117	190.651	0.0141
22	11000	4989.51	2.168	199.729	0.0145
23	11500	5216.31	2.218	208.808	0.0148
24	12000	5443.10	2.268	217.887	0.0151
25	12500	5669.90	2.319	226.965	0.0155
26	13000	5896.70	2.370	236.044	0.0158
27	13500	6123.49	2.422	245.123	0.0161
28	14000	6350.29	2.473	254.201	0.0165
29	14500	6577.08	2.525	263.280	0.0168
30	15000	6803.88	2.580	272.358	0.0172
31	15500	7030.68	2.634	281.437	0.0176
32	16000	7257.47	2.688	290.516	0.0179
33	16500	7484.27	2.745	299.594	0.0183
34	17000	7711.06	2.804	308.673	0.0187
35	17500	7937.86	2.865	317.751	0.0191
36	18000	8164.66	2.950	326.830	0.0197
37	18500	8391.45	2.998	335.909	0.0200
38	19000	8618.25	3.073	344.987	0.0205
39	19500	8845.04	3.155	354.066	0.0210
40	20000	9071.84	3.253	363.144	0.0217
41	20500	9298.64	3.385	372.223	0.0226

Figura 9

Dispersograma, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión.

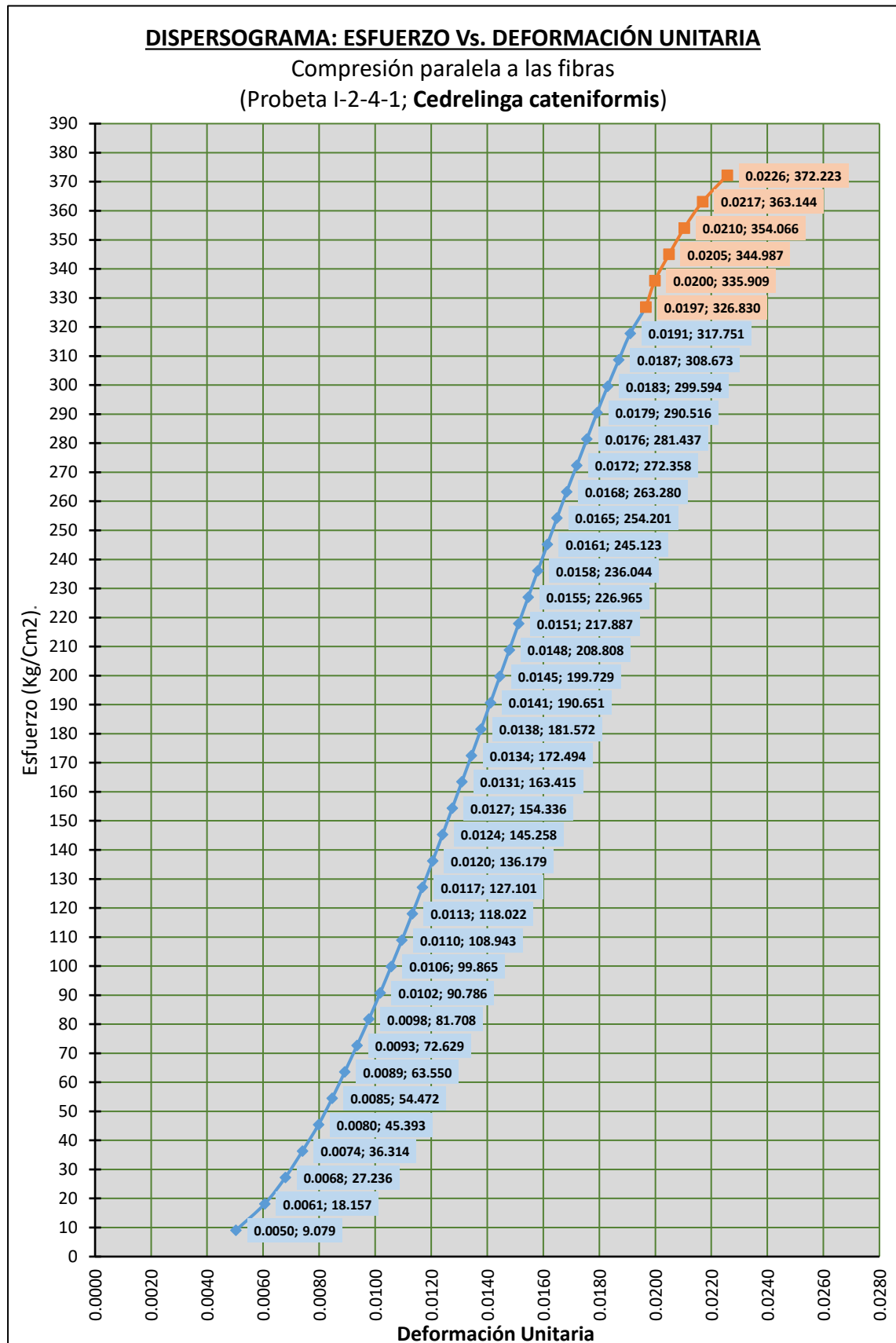
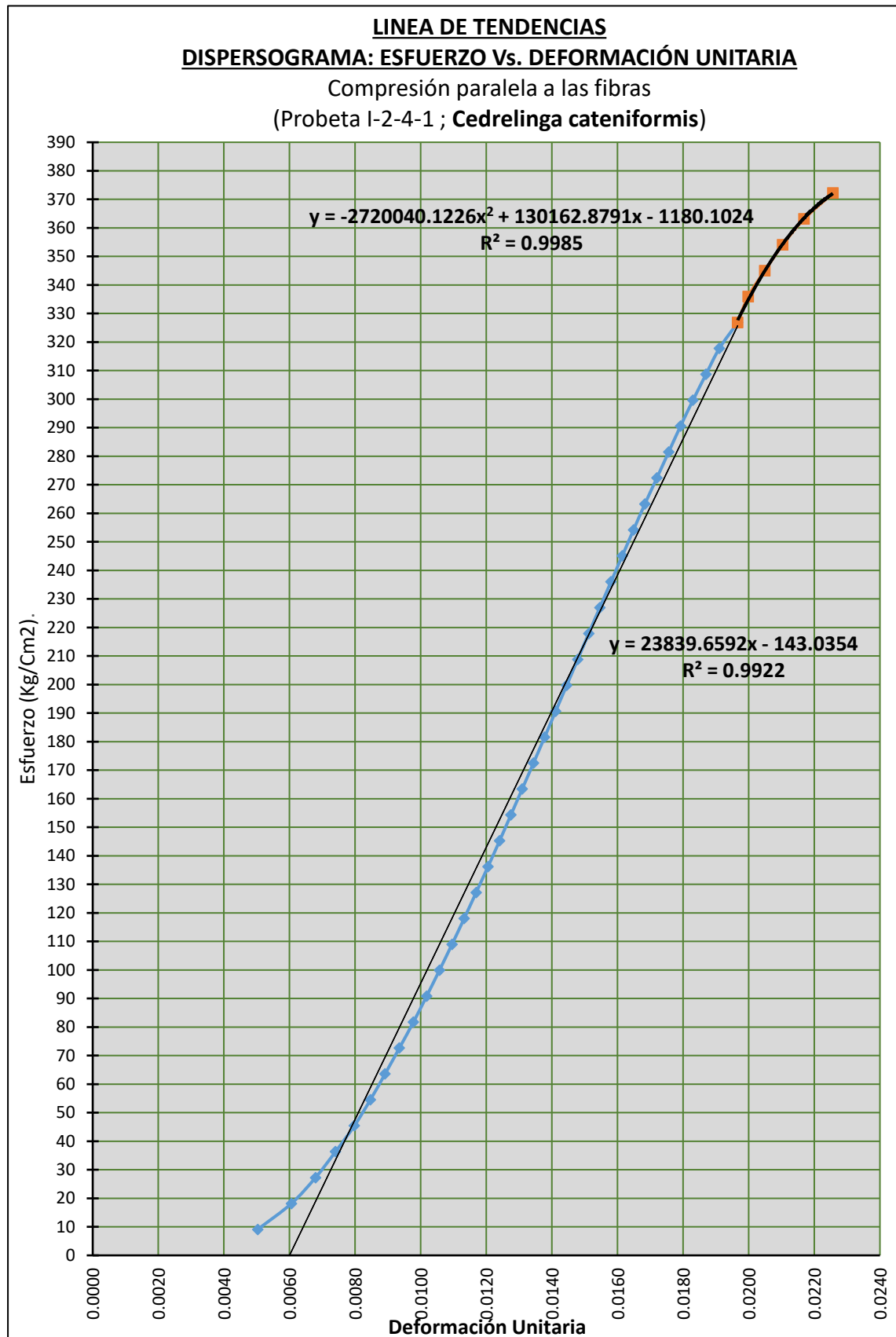


Figura 10

Ajuste, ensayo mecánico “*compresión paralela a la fibra*” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 23839.6592x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -2720040.1226x^2 + 97522.9807x - 497.0570$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

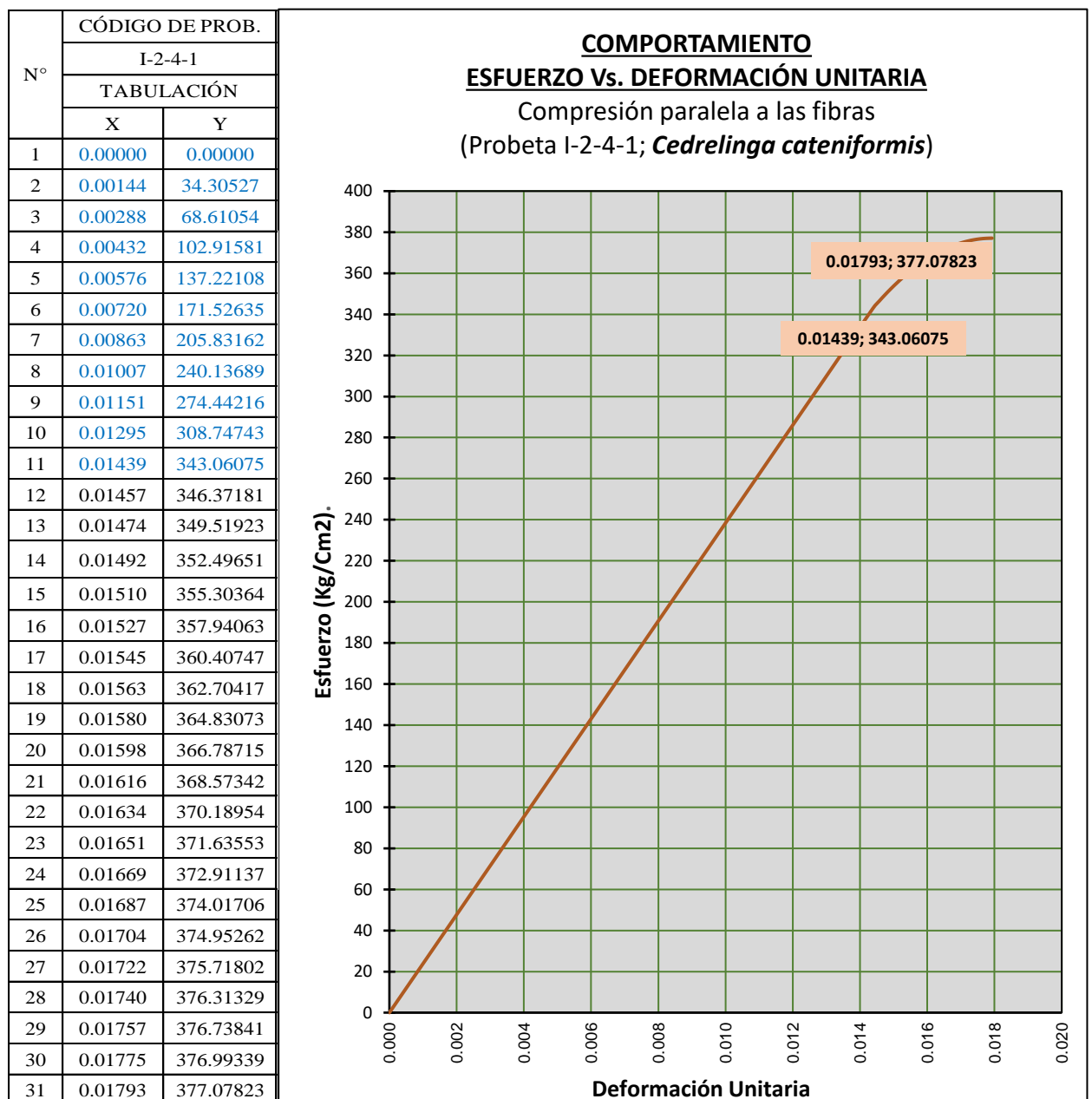
$$(x,y) = (0.01439, 343.06075)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.01793, 377.07823)$$

Figura 11

Comportamiento, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra” de la probeta I-2-4-1, método de inmersión.



2.7.2. Compresión perpendicular a la fibra

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.016.

En primer lugar, se midió con un vernier las dimensiones de cada una de las probetas en dos tipos de secciones a razón de 3 muestras por sección (“a” y “b”, 6 en total), con el fin de obtener el área perpendicular a la carga que se aplicó.

Seguidamente, teniendo las probetas requeridas y habiendo preparado e instrumentado la “Maquina Universal” con sus respectivos accesorios se procedió a ensayar de modo controlado y secuencial, tal que, la carga axial perpendicular a la fibra llegue hasta su punto rotura. Asimismo, mediante un “compresómetro” se registró (a intervalos de carga de 100 Lbs) las deformaciones totales que sufrió la probeta durante el proceso de ensayo.

Luego de realizado el ensayo de cada probeta, de esta se extrajo una pieza de 20 mm de longitud de la zona no dañada y cercana al área donde ha ocurrido el agrietamiento (falla), para posteriormente determinar su volumen, peso en estado húmedo o verde y colocarlas en una estufa a temperatura constante de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, con el fin de deshidratarlas totalmente y volverlas a pesar obteniendo el peso anhidro.

La información obtenida se anotó en el formato elaborado por el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITEMADERA.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 43

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado.

CITE <i>madera</i> Lima		FORMATO PARA EL ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA			
NOMBRE COMÚN: Tornillo NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga cateniformis FAMILIA: Leguminosae		N° DE XILOTECA: MUESTRA N°: Probeta I-1-5-1 PROCEDENCIA: Amazonas		N° DE ÁRBOL: I	
DATOS PARA EL CENTRO DE CÓMPUTO	CONDICIÓN	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
P': _____ LBS. ANCHO (A): <u>5.007</u> CMS. ESPESOR (B): <u>5.063</u> CMS.	SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/>	1 <u>100</u>	<u>0.202</u>	41 <u>4100</u>	<u>3.187</u>
	DURAMEN: _____ %	2 <u>200</u>	<u>0.251</u>	42	
	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	3 <u>300</u>	<u>0.292</u>	43	
	PESO (): _____ GRS.	4 <u>400</u>	<u>0.325</u>	44	
	PESO SECO AL HORNO _____ GRS.	5 <u>500</u>	<u>0.356</u>	45	
	VOLUMEN: _____ CM3	6 <u>600</u>	<u>0.389</u>	46	
	CONTENIDO DE HUMEDAD _____ %	7 <u>700</u>	<u>0.421</u>	47	
	DENSIDAD _____ GRS./CM3	8 <u>800</u>	<u>0.455</u>	48	
		9 <u>900</u>	<u>0.485</u>	49	
		10 <u>1000</u>	<u>0.511</u>	50	
		11 <u>1100</u>	<u>0.538</u>	51	
	12 <u>1200</u>	<u>0.565</u>	52		
	13 <u>1300</u>	<u>0.593</u>	53		
	14 <u>1400</u>	<u>0.620</u>	54		
	15 <u>1500</u>	<u>0.648</u>	55		
	16 <u>1600</u>	<u>0.676</u>	56		
	17 <u>1700</u>	<u>0.704</u>	57		
	18 <u>1800</u>	<u>0.734</u>	58		
	19 <u>1900</u>	<u>0.765</u>	59		
	20 <u>2000</u>	<u>0.795</u>	60		
	21 <u>2100</u>	<u>0.828</u>	61		
	22 <u>2200</u>	<u>0.864</u>	62		
	23 <u>2300</u>	<u>0.899</u>	63		
	24 <u>2400</u>	<u>0.939</u>	64		
	25 <u>2500</u>	<u>0.979</u>	65		
	26 <u>2600</u>	<u>1.028</u>	66		
	27 <u>2700</u>	<u>1.078</u>	67		
	28 <u>2800</u>	<u>1.136</u>	68		
	29 <u>2900</u>	<u>1.203</u>	69		
	30 <u>3000</u>	<u>1.293</u>	70		
	31 <u>3100</u>	<u>1.393</u>	71		
	32 <u>3200</u>	<u>1.511</u>	72		
	33 <u>3300</u>	<u>1.636</u>	73		
	34 <u>3400</u>	<u>1.776</u>	74		
	35 <u>3500</u>	<u>1.945</u>	75		
	36 <u>3600</u>	<u>2.123</u>	76		
	37 <u>3700</u>	<u>2.319</u>	77		
	38 <u>3800</u>	<u>2.523</u>	78		
	39 <u>3900</u>	<u>2.736</u>	79		
	40 <u>4000</u>	<u>2.966</u>	80		
OBSERVACIONES: _____ _____ _____					
NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251-016 RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)					
ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL (E.F.L.P.): _____					
INFORMACIÓN GENERAL:					
PROYECTO: <u>TESIS</u>					
EJECUTOR: <u>Ronny Davila - Sergio Sanchez</u>					
FECHA: <u>20/01/2022</u>					

Tabla 44

Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado.

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Perpendicular a la Carga (a x b) (cm ²).
5.010	5.004	5.008	5.007	
Ancho de placa metálica (Cm.)				25.037
5.00				
"H1" (Cm.)	"H2" (Cm.)	"H3" (Cm.)	"H" Promedio (Cm.)	"H" Promedio (mm.)
5.058	5.063	5.067	5.063	50.627
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm ³)		
Peso Verde (gr.)	32.40	17.05	Volumen Saturado (Cm ³)	50.70
Peso Anhidro (gr.)	27.68		Peso Anhidro (gr.)	27.68
				0.55

Fecha: 20/01/2022

Tiempo: 14 min. 21 seg.

Tabla 45

Datos procesados, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	100	45.36	0.202	1.812	0.0040
2	200	90.72	0.251	3.623	0.0050
3	300	136.08	0.292	5.435	0.0058
4	400	181.44	0.325	7.247	0.0064
5	500	226.80	0.356	9.059	0.0070
6	600	272.16	0.389	10.870	0.0077
7	700	317.51	0.421	12.682	0.0083
8	800	362.87	0.455	14.494	0.0090
9	900	408.23	0.485	16.305	0.0096
10	1000	453.59	0.511	18.117	0.0101
11	1100	498.95	0.538	19.929	0.0106
12	1200	544.31	0.565	21.741	0.0112
13	1300	589.67	0.593	23.552	0.0117
14	1400	635.03	0.620	25.364	0.0122
15	1500	680.39	0.648	27.176	0.0128
16	1600	725.75	0.676	28.987	0.0134
17	1700	771.11	0.704	30.799	0.0139
18	1800	816.47	0.734	32.611	0.0145
19	1900	861.82	0.765	34.423	0.0151
20	2000	907.18	0.795	36.234	0.0157
21	2100	952.54	0.828	38.046	0.0164
22	2200	997.90	0.864	39.858	0.0171
23	2300	1043.26	0.899	41.669	0.0178
24	2400	1088.62	0.939	43.481	0.0185
25	2500	1133.98	0.979	45.293	0.0193
26	2600	1179.34	1.028	47.104	0.0203
27	2700	1224.70	1.078	48.916	0.0213
28	2800	1270.06	1.136	50.728	0.0224
29	2900	1315.42	1.203	52.540	0.0238
30	3000	1360.78	1.293	54.351	0.0255
31	3100	1406.14	1.393	56.163	0.0275
32	3200	1451.49	1.511	57.975	0.0298
33	3300	1496.85	1.636	59.786	0.0323
34	3400	1542.21	1.776	61.598	0.0351
35	3500	1587.57	1.945	63.410	0.0384
36	3600	1632.93	2.123	65.222	0.0419
37	3700	1678.29	2.319	67.033	0.0458
38	3800	1723.65	2.523	68.845	0.0498
39	3900	1769.01	2.736	70.657	0.0540
40	4000	1814.37	2.966	72.468	0.0586
41	4100	1859.73	3.187	74.280	0.0630

Figura 12

Dispersograma, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado.

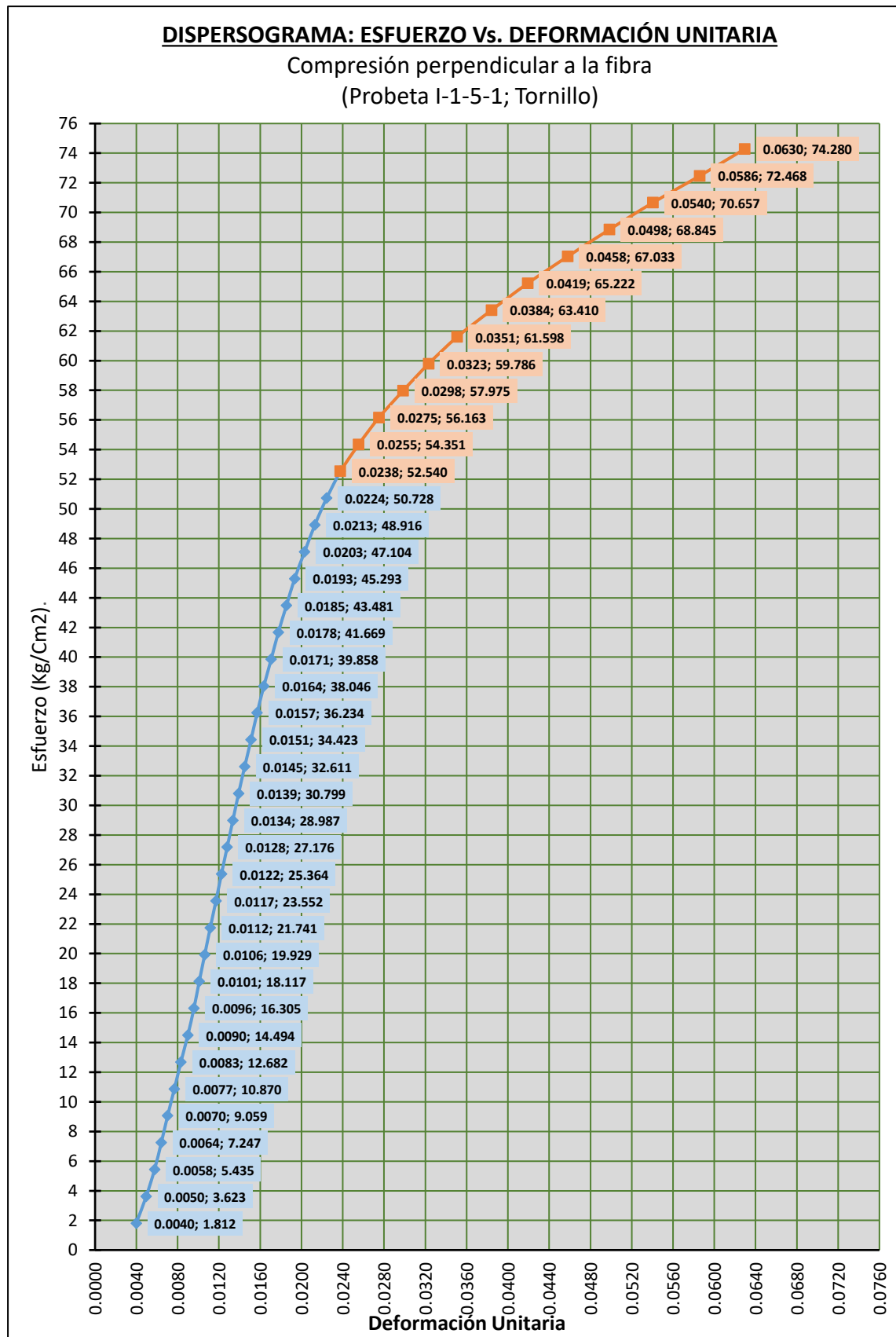
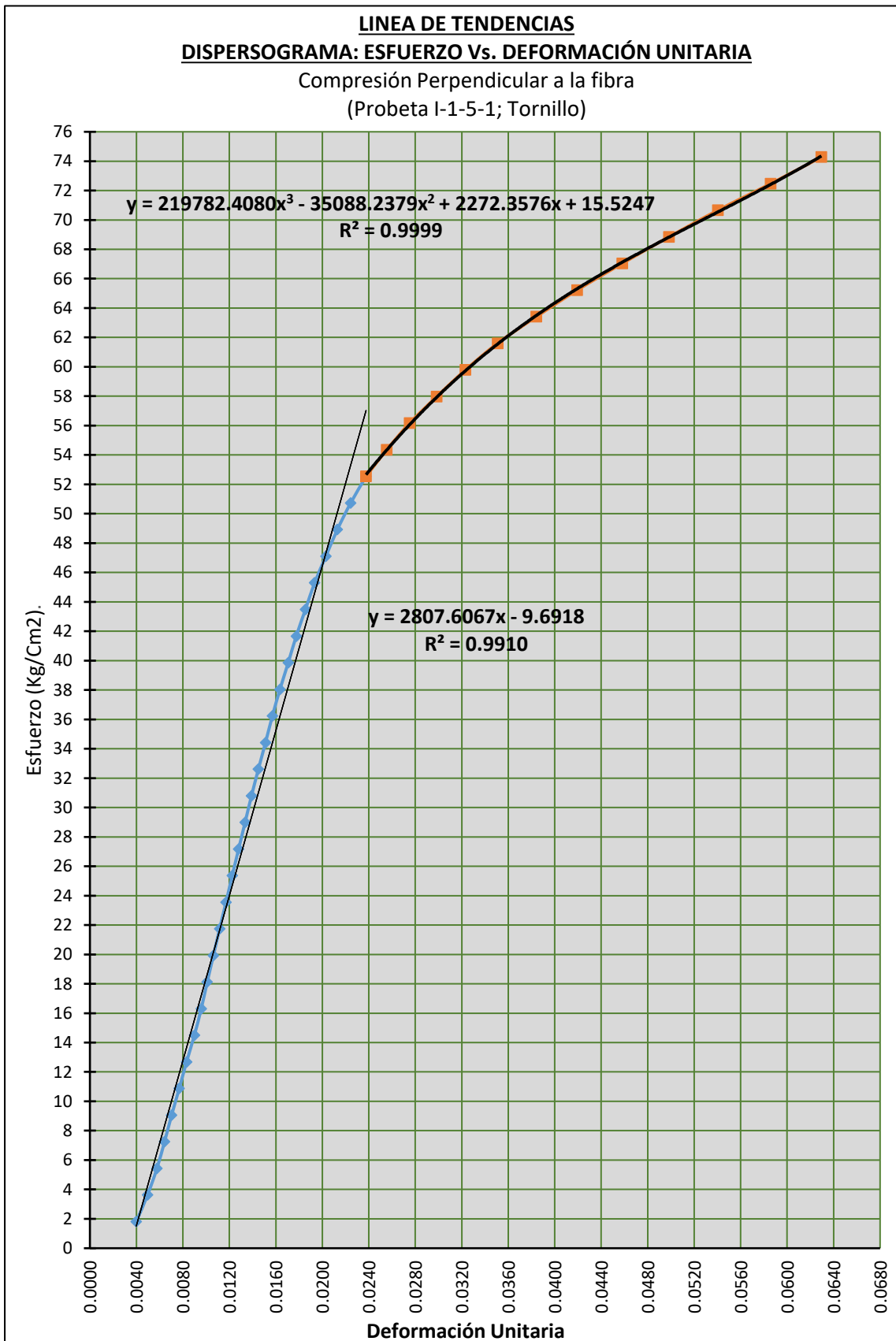


Figura 13

Ajuste, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 2808x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = 219782.4080x^3 - 32812.185x^2 + 2037.9668x + 22.95976$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.01786, 50.14331)$$

Figura 14

Comportamiento, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra” de la probeta I-1-5-1, método de pincelado.

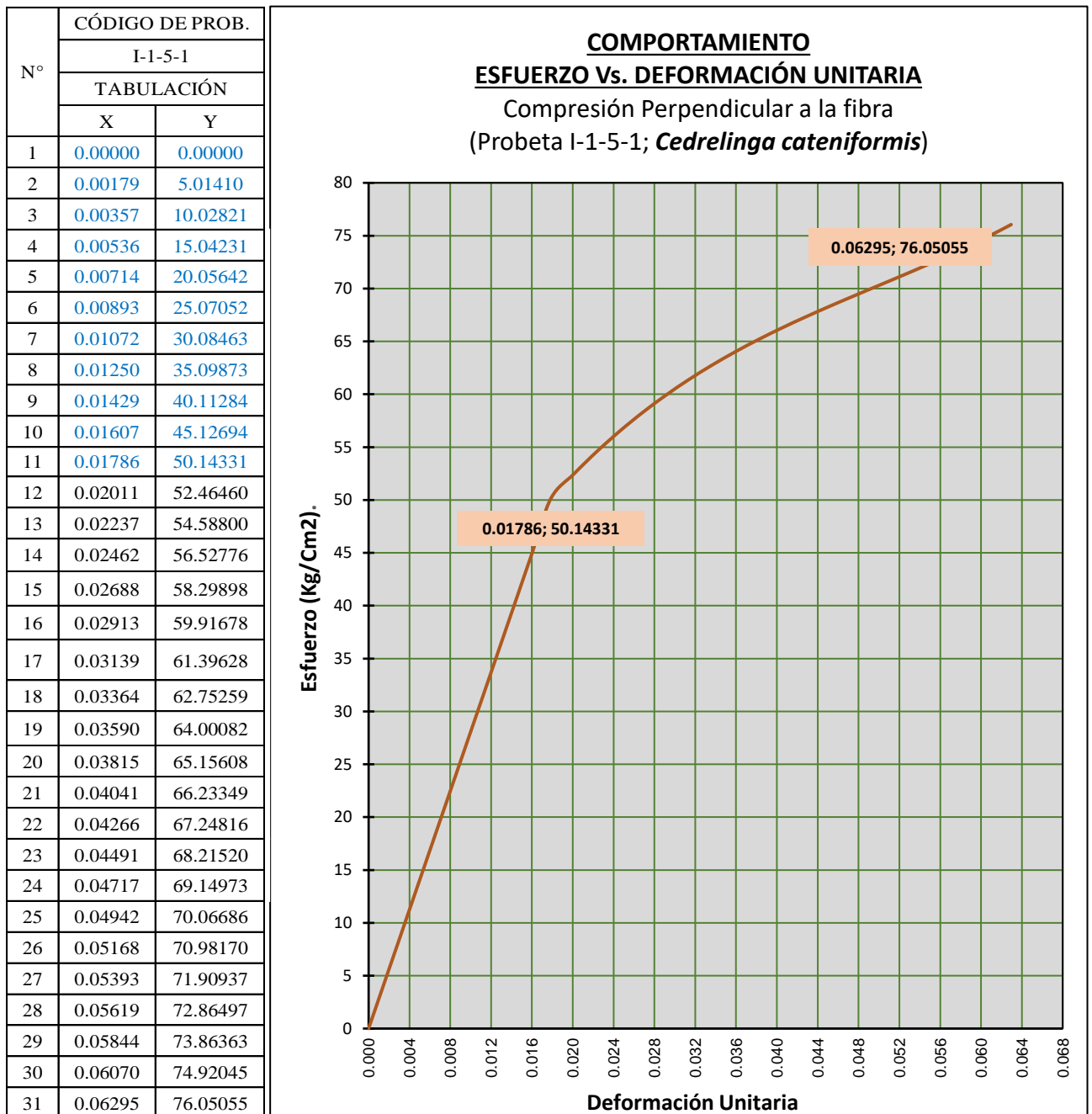


Tabla 46

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión.

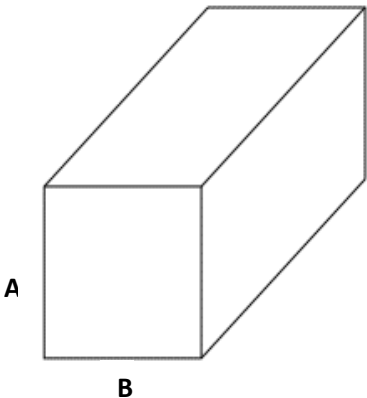
DATOS PARA EL CENTRO DE CÁLCULO		CONDICIÓN	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
NOMBRE COMÚN: Tornillo NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga cateniformis FAMILIA: Leguminosae		SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/>	1 100	0.046	41 4100	1.149
Nº DE XILOTECA: Nº DE ÁRBOL: I MUESTRA Nº: Probeta I-2-5-1 PROCEDENCIA: Amazonas		DURAMEN: _____ % DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO _____ GRS. VOLUMEN _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD _____ % DENSIDAD _____ GRS./CM3	2 200	0.092	42 4200	1.179
P': _____ LBS. ANCHO (A): 5.000 CMS. ESPESOR (B): 5.010 CMS.			3 300	0.151	43 4300	1.212
OBSERVACIONES: _____			4 400	0.188	44 4400	1.249
NORMA TÉCNICA PERUANA Nº 251-016			5 500	0.226	45 4500	1.286
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL (E.F.L.P.): _____			6 600	0.259	46 4600	1.328
INFORMACIÓN GENERAL: PROYECTO: _____ TESIS EJECUTOR: _____ Ronny Davila - Sergio Sanchez FECHA: _____ 25/01/2022			7 700	0.291	47 4700	1.370
			8 800	0.326	48 4800	1.421
			9 900	0.358	49 4900	1.473
			10 1000	0.385	50 5000	1.531
			11 1100	0.411	51 5100	1.593
			12 1200	0.436	52 5200	1.666
			13 1300	0.460	53 5300	1.746
			14 1400	0.485	54 5400	1.844
			15 1500	0.509	55 5500	1.962
			16 1600	0.532	56 5600	2.098
			17 1700	0.556	57 5700	2.238
			18 1800	0.578	58 5800	2.391
			19 1900	0.601	59 5900	2.555
			20 2000	0.624	60 6000	2.733
			21 2100	0.646	61	
			22 2200	0.669	62	
		23 2300	0.691	63		
		24 2400	0.714	64		
		25 2500	0.737	65		
		26 2600	0.760	66		
		27 2700	0.783	67		
		28 2800	0.806	68		
		29 2900	0.828	69		
		30 3000	0.853	70		
		31 3100	0.876	71		
		32 3200	0.901	72		
		33 3300	0.926	73		
		34 3400	0.950	74		
		35 3500	0.975	75		
		36 3600	1.002	76		
		37 3700	1.030	77		
		38 3800	1.058	78		
		39 3900	1.086	79		
		40 4000	1.117	80		

Tabla 47

Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión.

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a" Promedio (Cm.)	Área Promedio de la Sección Perpendicular a la Carga (a x b)
4.995	5.000	5.004	5.000	
Ancho de placa metálica (Cm.)				24.998
5.00				
"H1" (Cm.)	"H2" (Cm.)	"H3" (Cm.)	"H" Promedio (Cm.)	"H" Promedio (mm.)
5.02	4.995	5.014	5.010	50.097
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	32.97	14.44	Volumen Saturado (Cm3)	50.09
Peso Anhidro (gr.)	28.81		Peso Anhidro (gr.)	28.81
				0.58

Fecha: 25/01/2022
Tiempo: 15 min. 43 seg.

Tabla 48

Datos procesados, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	100	45.36	0.046	1.814	0.0009
2	200	90.72	0.092	3.629	0.0018
3	300	136.08	0.151	5.443	0.0030
4	400	181.44	0.188	7.258	0.0038
5	500	226.80	0.226	9.072	0.0045
6	600	272.16	0.259	10.887	0.0052
7	700	317.51	0.291	12.701	0.0058
8	800	362.87	0.326	14.516	0.0065
9	900	408.23	0.358	16.330	0.0071
10	1000	453.59	0.385	18.145	0.0077
11	1100	498.95	0.411	19.959	0.0082
12	1200	544.31	0.436	21.774	0.0087
13	1300	589.67	0.460	23.588	0.0092
14	1400	635.03	0.485	25.403	0.0097
15	1500	680.39	0.509	27.217	0.0102
16	1600	725.75	0.532	29.032	0.0106
17	1700	771.11	0.556	30.846	0.0111
18	1800	816.47	0.578	32.661	0.0115
19	1900	861.82	0.601	34.475	0.0120
20	2000	907.18	0.624	36.290	0.0125
21	2100	952.54	0.646	38.104	0.0129
22	2200	997.90	0.669	39.919	0.0134
23	2300	1043.26	0.691	41.733	0.0138
24	2400	1088.62	0.714	43.548	0.0143
25	2500	1133.98	0.737	45.362	0.0147
26	2600	1179.34	0.760	47.177	0.0152
27	2700	1224.70	0.783	48.991	0.0156
28	2800	1270.06	0.806	50.806	0.0161
29	2900	1315.42	0.828	52.620	0.0165
30	3000	1360.78	0.853	54.435	0.0170
31	3100	1406.14	0.876	56.249	0.0175
32	3200	1451.49	0.901	58.064	0.0180
33	3300	1496.85	0.926	59.878	0.0185
34	3400	1542.21	0.950	61.693	0.0190
35	3500	1587.57	0.975	63.507	0.0195
36	3600	1632.93	1.002	65.322	0.0200
37	3700	1678.29	1.030	67.136	0.0206
38	3800	1723.65	1.058	68.951	0.0211
39	3900	1769.01	1.086	70.765	0.0217
40	4000	1814.37	1.117	72.580	0.0223

Tabla 49 (continuación)

Datos procesados, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
41	4100	1859.73	1.149	74.394	0.0229
42	4200	1905.09	1.179	76.209	0.0235
43	4300	1950.45	1.212	78.023	0.0242
44	4400	1995.80	1.249	79.838	0.0249
45	4500	2041.16	1.286	81.652	0.0257
46	4600	2086.52	1.328	83.466	0.0265
47	4700	2131.88	1.370	85.281	0.0273
48	4800	2177.24	1.421	87.095	0.0284
49	4900	2222.60	1.473	88.910	0.0294
50	5000	2267.96	1.531	90.724	0.0306
51	5100	2313.32	1.593	92.539	0.0318
52	5200	2358.68	1.666	94.353	0.0333
53	5300	2404.04	1.746	96.168	0.0349
54	5400	2449.40	1.844	97.982	0.0368
55	5500	2494.76	1.962	99.797	0.0392
56	5600	2540.12	2.098	101.611	0.0419
57	5700	2585.47	2.238	103.426	0.0447
58	5800	2630.83	2.391	105.240	0.0477
59	5900	2676.19	2.555	107.055	0.0510
60	6000	2721.55	2.733	108.869	0.0546

Figura 15

Dispersograma, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión.

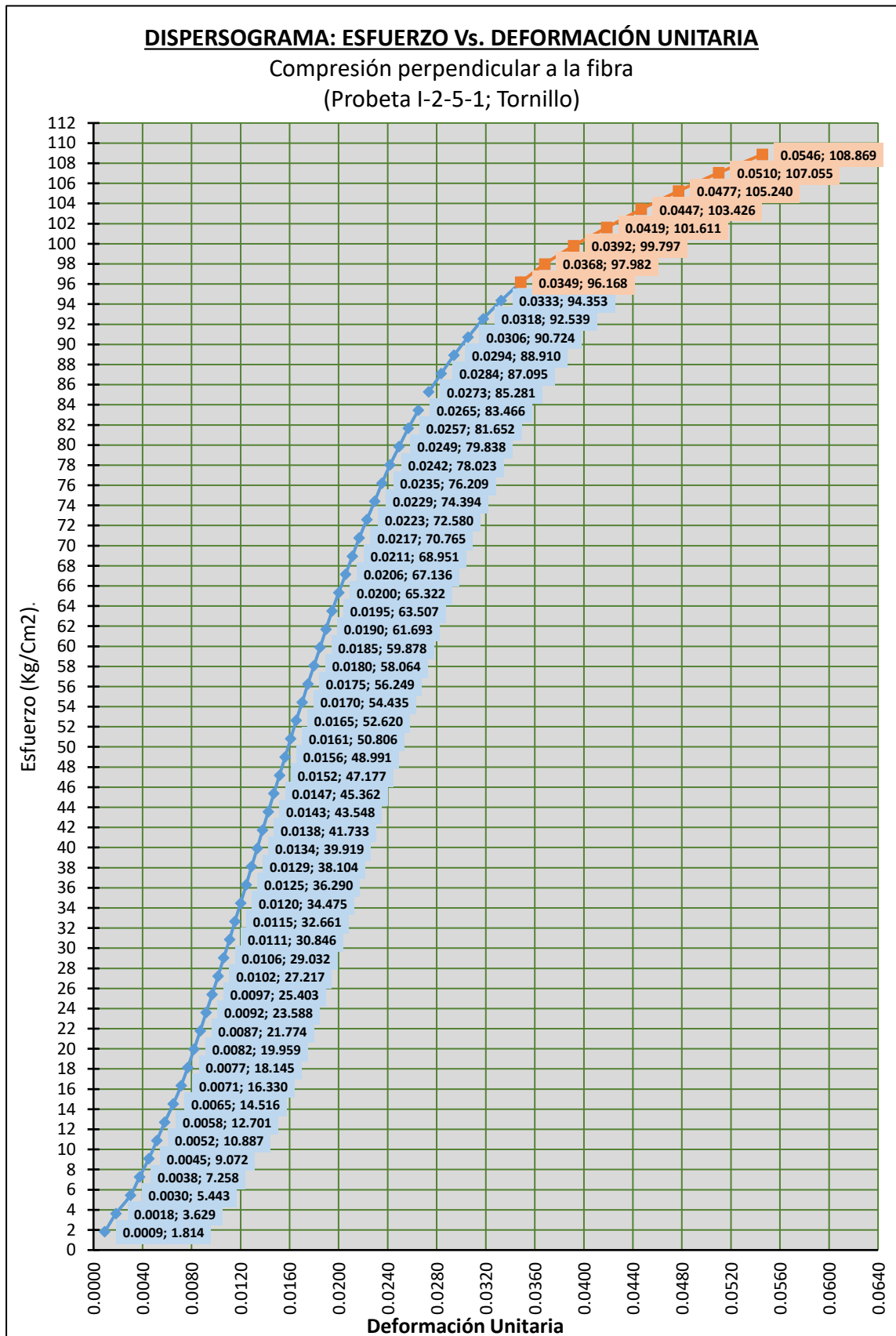
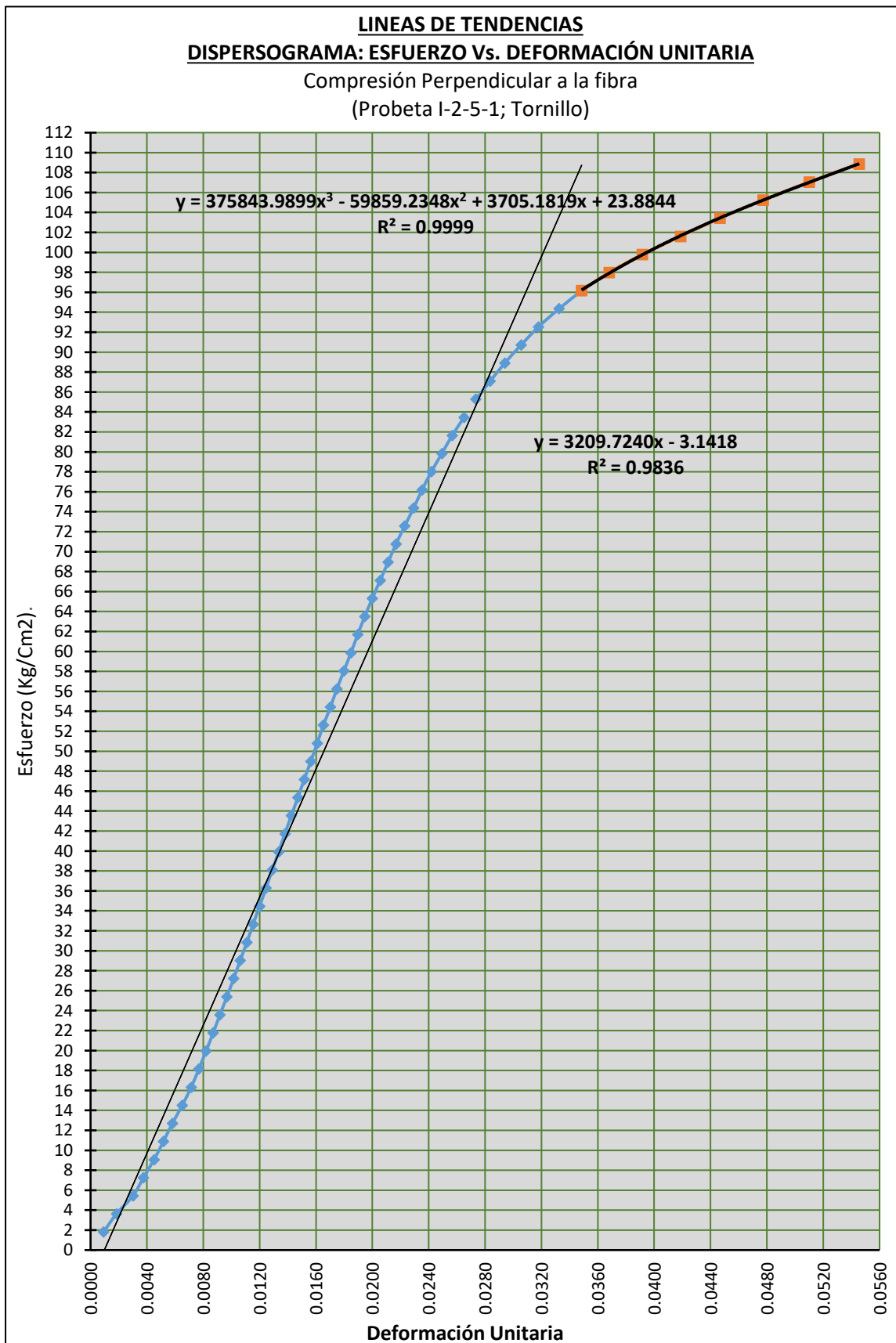


Figura 16

Ajuste, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 3130x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

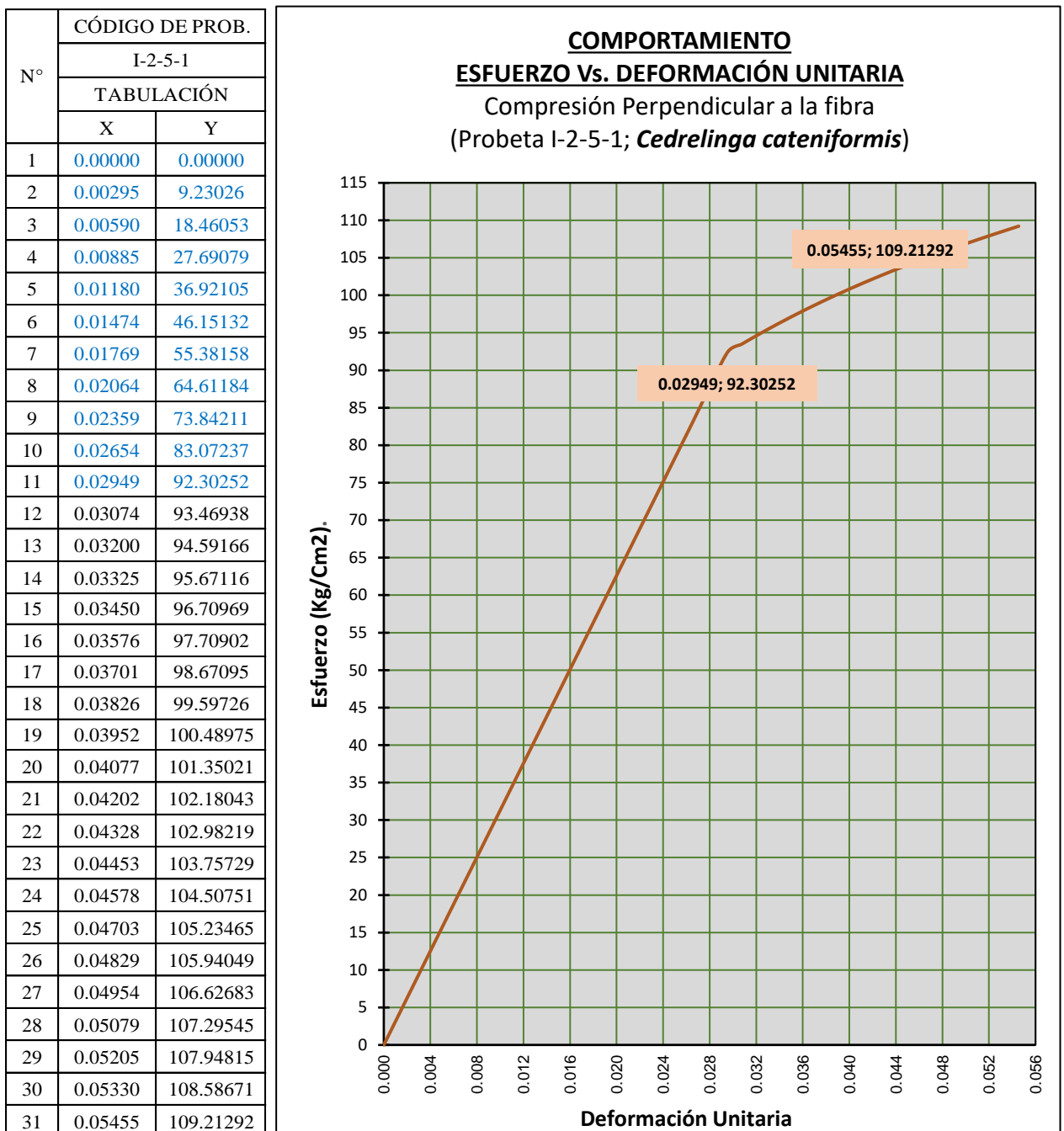
$$Y = 151525.6083x^3 - 28159.8043x^2 + 2214.7911x + 47.5927$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.02949, 92.30252)$$

Figura 17

Comportamiento, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra” de la probeta I-2-5-1, método de inmersión.



2.7.3. Tracción paralela a la fibra

Este ensayo se realizó en concordancia con la NORMA ASTM D 143-94.

En primer lugar, se midió con un vernier las dimensiones de cada una de las probetas en dos tipos de secciones a razón de 3 muestras por sección (“a” y “b”, 6 en total), con el fin de obtener el área promedio.

Seguidamente, teniendo las probetas requeridas y habiendo preparado e instrumentado la “Maquina Universal” con sus respectivos accesorios se procedió a ensayar de modo controlado y secuencial, tal que, la carga traccionante paralela a la fibra llegue hasta su punto rotura. Asimismo, mediante un “deflectómetro” se registró (a intervalos de carga de 40 Lbs) las deformaciones totales que sufrió la probeta durante el proceso de ensayo en su sección rectangular.

Luego de realizado el ensayo de cada probeta, de esta se extrajo una pieza de 20 mm de longitud de la zona no dañada y cercana al área donde ha ocurrido el agrietamiento (falla), para posteriormente determinar su volumen, peso en estado húmedo o verde y colocarlas en una estufa a temperatura constante de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, con el fin de deshidratarlas totalmente y volverlas a pesar obteniendo el peso anhidro.

La información obtenida se anotó en el formato elaborado por el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITEMadera.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 50

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado.

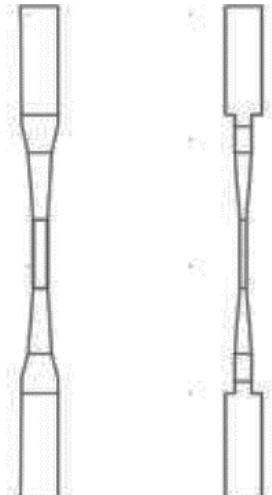
DATOS PARA EL CENTRO DE CÓMPUTO		CONDICIÓN		CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
LUZ: _____ CMS. P: _____ LBS. P': _____ LBS. Y: _____ CMS.		SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/> DURAMEN: _____ %		1	40	0.008	41
ANCHO (A): <u>1.072</u> CMS. ESPESOR (B): <u>1.051</u> CMS.		DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO _____ GRS. VOLUMEN: _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD _____ %		2	80	0.014	42
				3	120	0.017	43
				4	160	0.022	44
OBSERVACIONES: _____ _____ _____		NORMA D 143-94		5	200	0.025	45
				6	240	0.029	46
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL: MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: MÓDULO DE ELASTICIDAD:				7	280	0.033	47
				8	320	0.035	48
INFORMACIÓN GENERAL: PROYECTO: _____ <u>TESIS</u> _____ EJECUTOR: _____ <u>Ronny Davila - Sergio Sanchez</u> _____ FECHA: _____ <u>16/02/2022</u> _____				9	360	0.040	49
				10	400	0.043	50
				11	440	0.047	51
				12	480	0.051	52
				13	520	0.055	53
				14	560	0.058	54
				15	600	0.062	55
				16	640	0.065	56
				17	680	0.069	57
				18	720	0.073	58
				19	760	0.077	59
				20	800	0.081	60
				21	840	0.084	61
				22	880	0.088	62
				23	920	0.092	63
				24	960	0.096	64
				25	1000	0.100	65
				26	1040	0.105	66
				27	1080	0.109	67
				28	1120	0.114	68
				29	1160	0.119	69
				30	1200	0.126	70
				31	1240	0.131	71
				32	1280	0.136	72
				33	1320	0.141	73
				34	1360	0.146	74
				35	1400	0.151	75
				36	1440	0.158	76
				37	1480	0.169	77
				38	1520	0.186	78
				39	1560	0.206	79
				40			80

Tabla 51

Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “*tracción paralela a las fibras*” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado.

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área promedio (a x b) (Cm2.)
1.06	1.082	1.074	1.072	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	1.127
1.039	1.052	1.062	1.051	
Altura (H) (Cm.)		Altura (H) (Cm.)		
5.20		52.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).			DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)	
Peso Verde (gr.)	7.43	14.31	Volumen Saturado (Cm3)	8.45
				0.77
Peso Anhidro (gr.)	6.50		Peso Anhidro (gr.)	6.50

Fecha: 16/02/2022
Tiempo: 6 min. 07 seg.

Tabla 52

Datos procesados, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-I-6-1, método de pincelado.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	40	18.14	0.008	16.101	0.0002
2	80	36.29	0.014	32.208	0.0003
3	120	54.43	0.017	48.311	0.0003
4	160	72.57	0.022	64.415	0.0004
5	200	90.72	0.025	80.519	0.0005
6	240	108.86	0.029	96.623	0.0006
7	280	127.01	0.033	112.726	0.0006
8	320	145.15	0.035	128.830	0.0007
9	360	163.29	0.040	144.934	0.0008
10	400	181.44	0.043	161.038	0.0008
11	440	199.58	0.047	177.142	0.0009
12	480	217.72	0.051	193.245	0.0010
13	520	235.87	0.055	209.349	0.0011
14	560	254.01	0.058	225.453	0.0011
15	600	272.16	0.062	241.557	0.0012
16	640	290.30	0.065	257.661	0.0013
17	680	308.44	0.069	273.764	0.0013
18	720	326.59	0.073	289.868	0.0014
19	760	344.73	0.077	305.972	0.0015
20	800	362.87	0.081	322.076	0.0016
21	840	381.02	0.084	338.179	0.0016
22	880	399.16	0.088	354.283	0.0017
23	920	417.30	0.092	370.387	0.0018
24	960	435.45	0.096	386.491	0.0018
25	1000	453.59	0.100	402.595	0.0019
26	1040	471.74	0.105	418.698	0.0020
27	1080	489.88	0.109	434.802	0.0021
28	1120	508.02	0.114	450.906	0.0022
29	1160	526.17	0.119	467.010	0.0023
30	1200	544.31	0.126	483.113	0.0024
31	1240	562.45	0.131	499.217	0.0025
32	1280	580.60	0.136	515.321	0.0026
33	1320	598.74	0.141	531.425	0.0027
34	1360	616.89	0.146	547.529	0.0028
35	1400	635.03	0.151	563.632	0.0029
36	1440	653.17	0.158	579.736	0.0030
37	1480	671.32	0.169	595.840	0.0033
38	1520	689.46	0.186	611.944	0.0036
39	1560	707.60	0.206	628.047	0.0040

Figura 18

Dispersograma, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado.

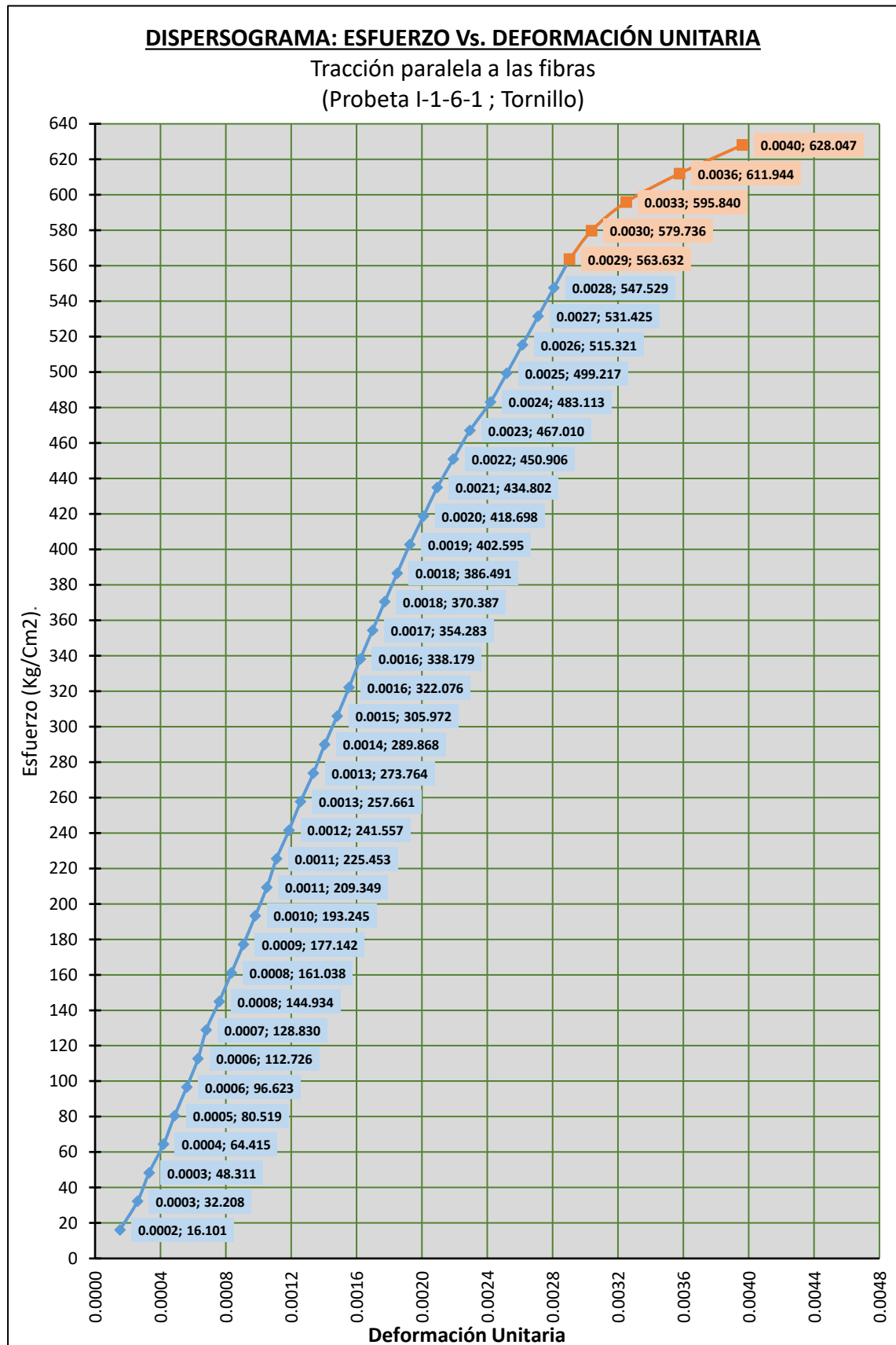
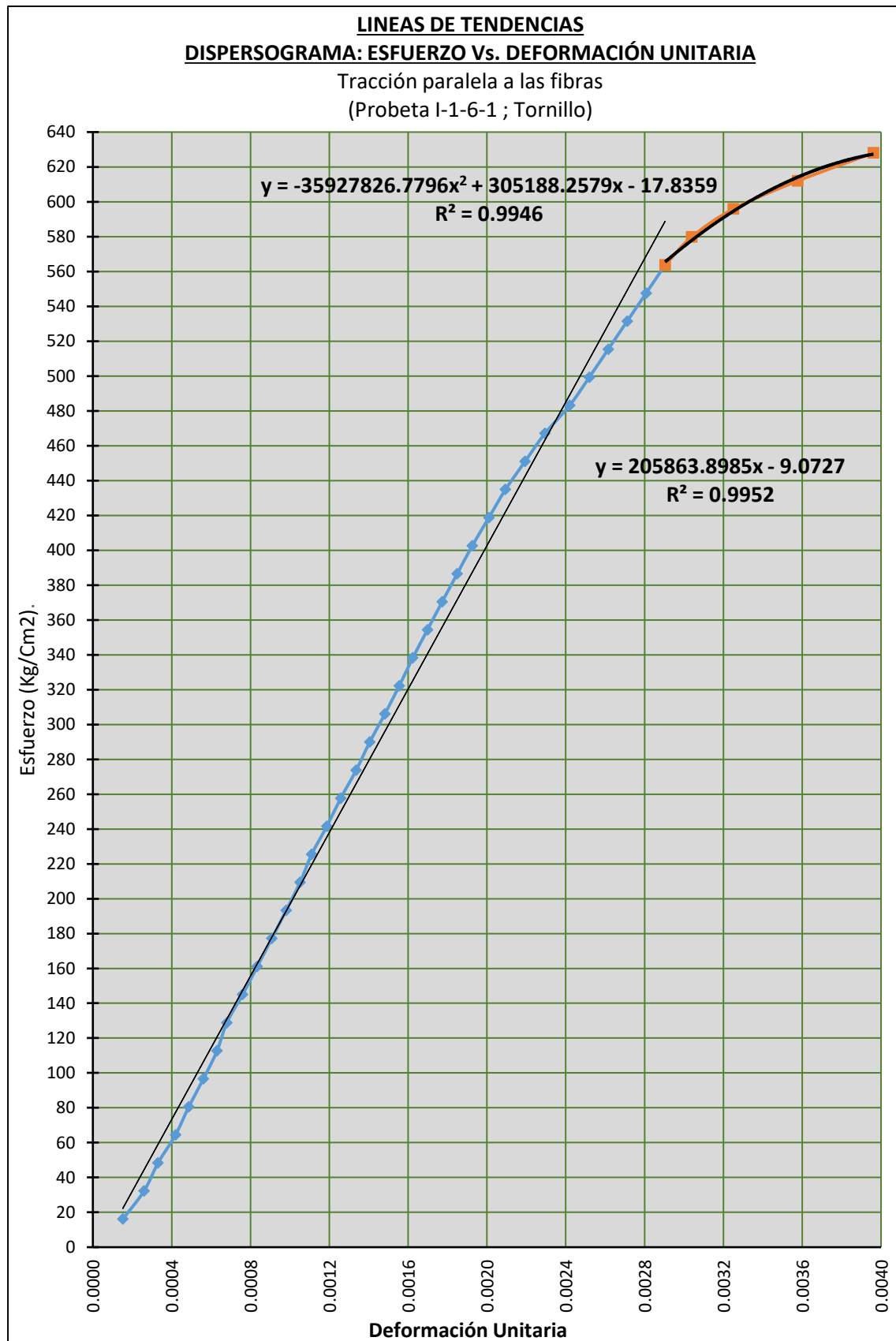


Figura 19

Ajuste, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 205864x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -35927826.77960x^2 + 302021.48222x - 4.45562$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00263, 541.26595)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.00420, 630.26810)$$

Figura 20

Comportamiento, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-1-6-1, método de pincelado.

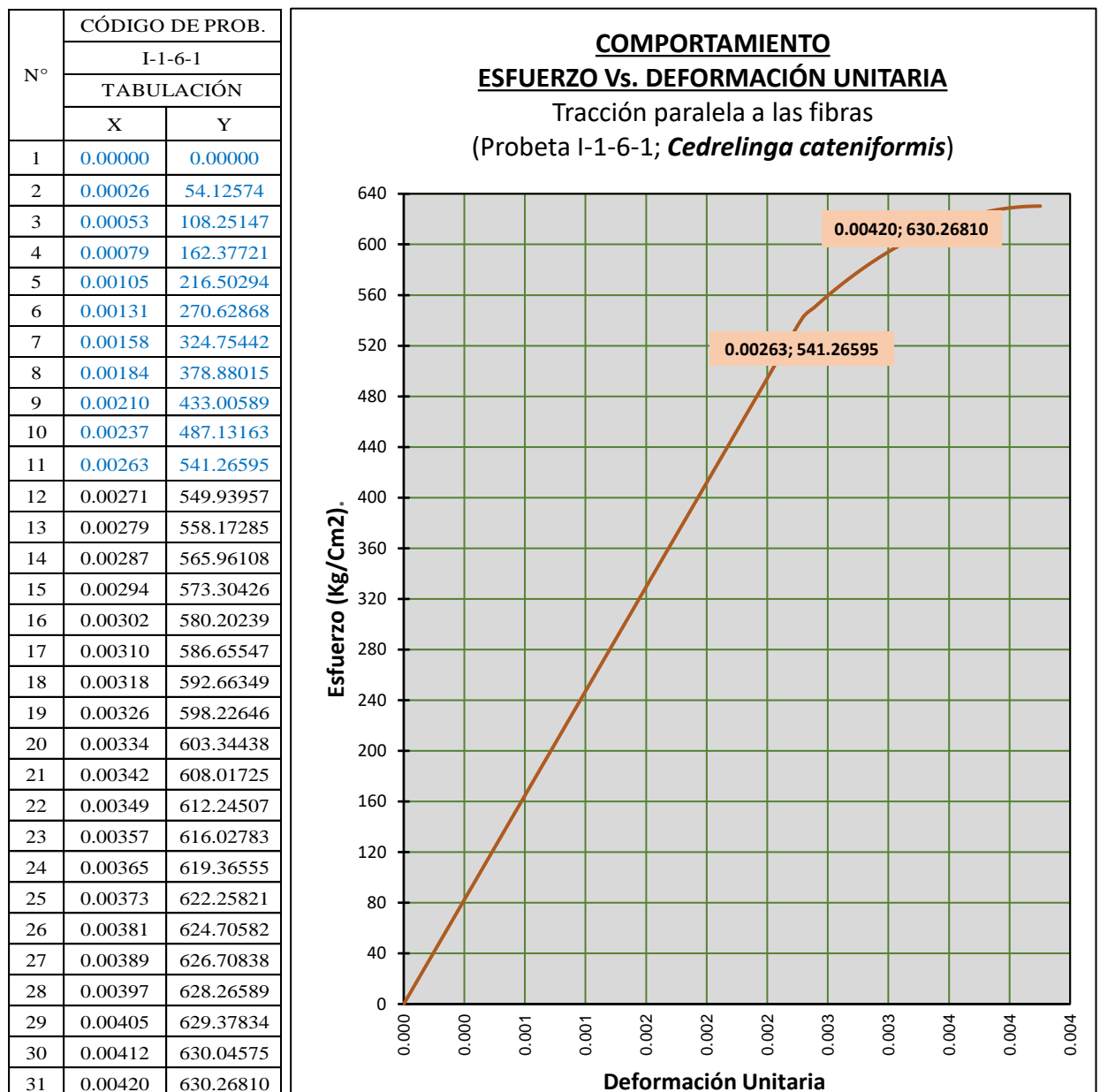


Tabla 53

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión.

<p>CITE <i>madera</i> Lima</p>		<p>FORMATO PARA EL ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA A LAS FIBRAS</p>			
<p>NOMBRE COMÚN: Tornillo</p>		<p>N° DE XILOTECA:</p>		<p>N° DE ÁRBOL: I</p>	
<p>NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga cateniformis</p>		<p>MUESTRA N°: Probeta I-2-6-1</p>			
<p>FAMILIA: Leguminosae</p>		<p>PROCEDENCIA: Amazonas</p>			
<p>DATOS PARA EL CENTRO DE CÁLCULO</p>		<p>CONDICIÓN</p>		<p>CARGA (LBS).</p>	
<p>LUZ: _____ CMS.</p>		<p>SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/></p>		<p>DEFORMACIÓN (PULG).</p>	
<p>P: _____ LBS.</p>		<p>SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/></p>		<p>CARGA (LBS).</p>	
<p>P': _____ LBS.</p>		<p>DURAMEN: _____ %</p>		<p>DEFORMACIÓN (PULG).</p>	
<p>Y: _____ CMS.</p>		<p>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</p>			
<p>ANCHO (A): <u>1.160</u> CMS.</p>		<p>PESO (): _____ GRS.</p>		<p>1 40 0.014 41 1640 0.137</p>	
<p>ESPESOR (B): <u>1.033</u> CMS.</p>		<p>PESO SECO AL HORNO _____ GRS.</p>		<p>2 80 0.021 42 1680 0.141</p>	
		<p>VOLUMEN _____ CM3</p>		<p>3 120 0.027 43 1720 0.145</p>	
		<p>CONTENIDO DE HUMEDAD _____ %</p>		<p>4 160 0.032 44 1760 0.150</p>	
				<p>5 200 0.035 45 1800 0.156</p>	
				<p>6 240 0.039 46 1840 0.163</p>	
				<p>7 280 0.042 47 1880 0.170</p>	
				<p>8 320 0.045 48 1920 0.178</p>	
				<p>9 360 0.048 49 1960 0.187</p>	
				<p>10 400 0.051 50 2000 0.199</p>	
				<p>11 440 0.056 51 2040 0.218</p>	
				<p>12 480 0.059 52</p>	
				<p>13 520 0.061 53</p>	
				<p>14 560 0.064 54</p>	
				<p>15 600 0.066 55</p>	
				<p>16 640 0.069 56</p>	
				<p>17 680 0.071 57</p>	
				<p>18 720 0.074 58</p>	
				<p>19 760 0.076 59</p>	
				<p>20 800 0.080 60</p>	
				<p>21 840 0.083 61</p>	
				<p>22 880 0.085 62</p>	
				<p>23 920 0.087 63</p>	
				<p>24 960 0.090 64</p>	
				<p>25 1000 0.092 65</p>	
				<p>26 1040 0.094 66</p>	
				<p>27 1080 0.097 67</p>	
				<p>28 1120 0.100 68</p>	
				<p>29 1160 0.102 69</p>	
				<p>30 1200 0.105 70</p>	
				<p>31 1240 0.108 71</p>	
				<p>32 1280 0.111 72</p>	
				<p>33 1320 0.114 73</p>	
				<p>34 1360 0.116 74</p>	
				<p>35 1400 0.119 75</p>	
				<p>36 1440 0.122 76</p>	
				<p>37 1480 0.124 77</p>	
				<p>38 1520 0.127 78</p>	
				<p>39 1560 0.130 79</p>	
				<p>40 1600 0.133 80</p>	
<p>OBSERVACIONES: _____</p>					
<p style="text-align: center;">NORMA D 143-93</p>					
<p>RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)</p>					
<p>ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL:</p>					
<p>MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:</p>					
<p>MÓDULO DE ELASTICIDAD:</p>					
<p>INFORMACIÓN GENERAL:</p>					
<p>PROYECTO: TESIS</p>					
<p>EJECUTOR: Ronny Davila & Sergio Sanchez</p>					
<p>FECHA: 26/02/2022</p>					

Tabla 54

Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “*tracción paralela a las fibras*” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión.

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	Área promedio (a x b) (Cm2.)
1.148	1.161	1.170	1.160	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	1.198
1.024	1.035	1.041	1.033	
Altura (H) (Cm.)		Altura (H) (Cm.)		
5.20		52.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).			DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)	
Peso Verde (gr.)	8.32		Volumen Saturado (Cm3)	8.45
		17.85		0.84
Peso Anhidro (gr.)	7.06		Peso Anhidro (gr.)	7.06

Fecha: 26/02/2022
Tiempo: 6 min. 22 seg.

Tabla 55

Datos procesados, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión.

Nº DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
1	40	18.14	0.014	15.138	0.0003
2	80	36.29	0.021	30.282	0.0004
3	120	54.43	0.027	45.423	0.0005
4	160	72.57	0.032	60.564	0.0006
5	200	90.72	0.035	75.705	0.0007
6	240	108.86	0.039	90.845	0.0008
7	280	127.01	0.042	105.986	0.0008
8	320	145.15	0.045	121.127	0.0009
9	360	163.29	0.048	136.268	0.0009
10	400	181.44	0.051	151.409	0.0010
11	440	199.58	0.056	166.550	0.0011
12	480	217.72	0.059	181.691	0.0011
13	520	235.87	0.061	196.832	0.0012
14	560	254.01	0.064	211.973	0.0012
15	600	272.16	0.066	227.114	0.0013
16	640	290.30	0.069	242.254	0.0013
17	680	308.44	0.071	257.395	0.0014
18	720	326.59	0.074	272.536	0.0014
19	760	344.73	0.076	287.677	0.0015
20	800	362.87	0.080	302.818	0.0015
21	840	381.02	0.083	317.959	0.0016
22	880	399.16	0.085	333.100	0.0016
23	920	417.30	0.087	348.241	0.0017
24	960	435.45	0.090	363.382	0.0017
25	1000	453.59	0.092	378.523	0.0018
26	1040	471.74	0.094	393.663	0.0018
27	1080	489.88	0.097	408.804	0.0019
28	1120	508.02	0.100	423.945	0.0019
29	1160	526.17	0.102	439.086	0.0020
30	1200	544.31	0.105	454.227	0.0020
31	1240	562.45	0.108	469.368	0.0021
32	1280	580.60	0.111	484.509	0.0021
33	1320	598.74	0.114	499.650	0.0022
34	1360	616.89	0.116	514.791	0.0022
35	1400	635.03	0.119	529.932	0.0023
36	1440	653.17	0.122	545.072	0.0023
37	1480	671.32	0.124	560.213	0.0024
38	1520	689.46	0.127	575.354	0.0024
39	1560	707.60	0.130	590.495	0.0025
40	1600	725.75	0.133	605.636	0.0025

Tabla 56 (continuación)

Datos procesados, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{DT}{H} \left(\frac{mm}{mm} \right)$
41	1640	743.89	0.137	620.777	0.0026
42	1680	762.03	0.141	635.918	0.0027
43	1720	780.18	0.145	651.059	0.0028
44	1760	798.32	0.150	666.200	0.0029
45	1800	816.47	0.156	681.341	0.0030
46	1840	834.61	0.163	696.482	0.0031
47	1880	852.75	0.170	711.622	0.0033
48	1920	870.90	0.178	726.763	0.0034
49	1960	889.04	0.187	741.904	0.0036
50	2000	907.18	0.199	757.045	0.0038
51	2040	925.33	0.218	772.186	0.0042

Figura 21

Dispersograma, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión.

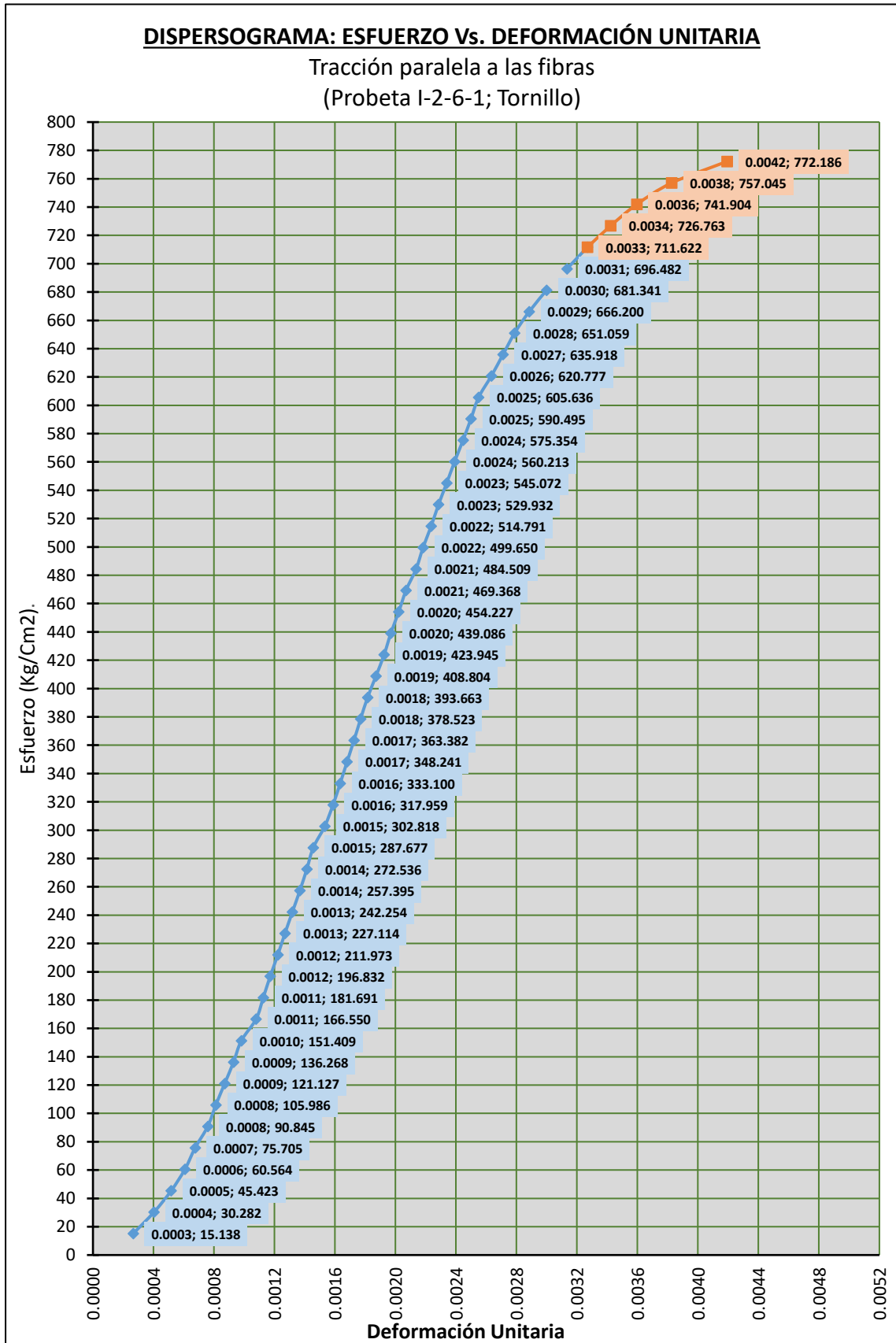
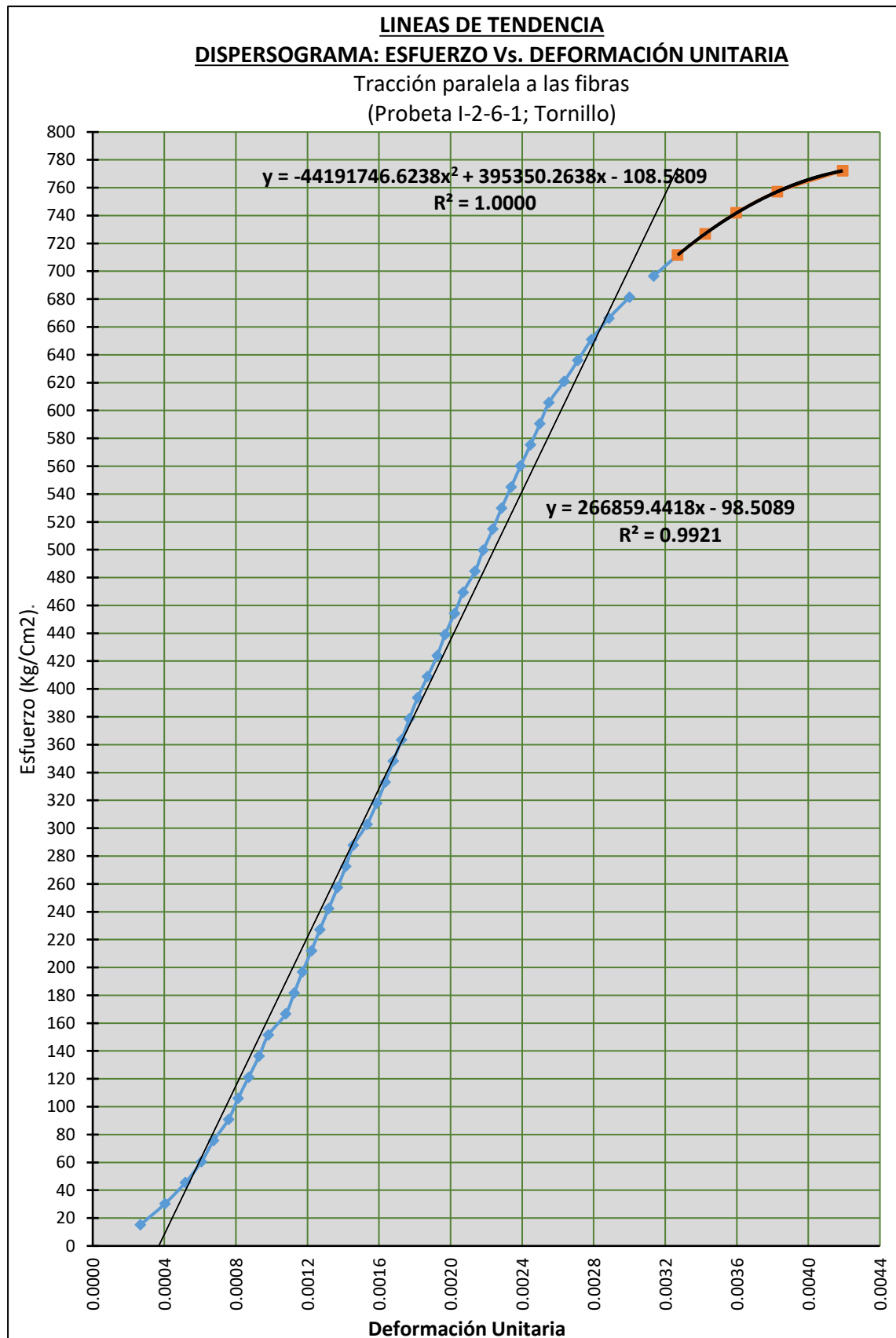


Figura 22

Ajuste, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 266859x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -44191746.62x^2 + 362724.2468x + 31.33749$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

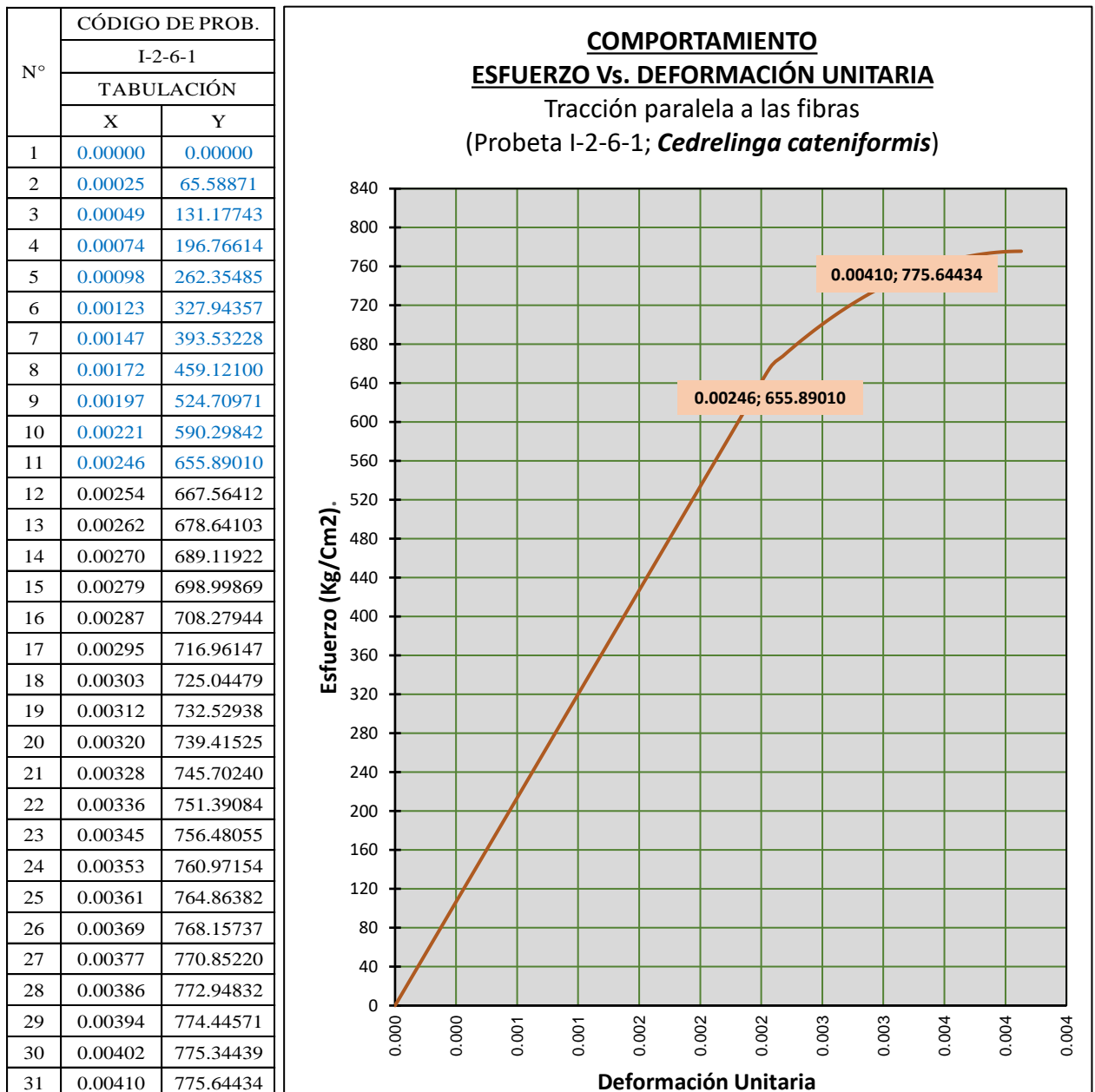
$$(x,y) = (0.00246, 655.89010)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.00410, 775.64434)$$

Figura 23

Comportamiento, ensayo mecánico “tracción paralela a las fibras” de la probeta I-2-6-1, método de inmersión.



2.7.4. Flexión estática

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.017.

En primer lugar, se midió con un vernier las dimensiones de cada una de las probetas en dos tipos de secciones a razón de 3 muestras por sección (“a” y “b”, 6 en total), con el fin de obtener el área promedio.

Se procedió a la ubicación del plano neutral para determinar las deformaciones, para instalar la probeta a modo de una viga simplemente apoyada en la “Maquina Universal”, después se procedió de forma controlada y secuencial aplicar una carga concentrada a una velocidad constante de la cruceta móvil de la prensa de 2.5 mm/min, hasta llegar a su punto de rotura. Asimismo, mediante un “deflectómetro” se registró las flechas (a intervalos de carga de 40 Lbs) que sufrió la probeta durante el proceso de ensayo.

Luego de realizado el ensayo de cada probeta, de esta se extrajo una pieza de 20 mm de longitud de la zona no dañada y cercana al área donde ha ocurrido el agrietamiento (falla), para posteriormente determinar su volumen, peso en estado húmedo o verde y colocarlas en una estufa a temperatura constante de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, con el fin de deshidratarlas totalmente y volverlas a pesar obteniendo el peso anhidro.

La información obtenida se anotó en el formato elaborado por el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITEMadera.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 57

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-1-7-1, método de pincelado.


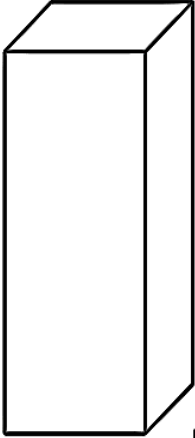
CITE <i>madera</i> Lima		FORMATO PARA EL ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA					
NOMBRE COMÚN: Tornillo NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga cateniformis FAMILIA: Leguminosae		N° DE XILOTECA: MUESTRA N°: Probeta I-1-7-1 PROCEDENCIA: Amazonas		N° DE ÁRBOL: I			
DATOS PARA EL CENTRO DE CÁLCULO		CONDICIÓN		CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
LUZ: 70 CMS. P: _____ LBS. P': _____ LBS. Y: _____ CMS.		SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/> DURAMEN: _____ %		1	40	0.422	41
ANCHO (A): _____ CMS. ESPESOR (B): _____ CMS.		DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO _____ GRS. VOLUMEN _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD _____ %		2	80	0.769	42
 				3	120	1.087	43
				4	160	1.390	44
OBSERVACIONES _____ _____ _____		NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251-017 RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL: MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: MÓDULO DE ELASTICIDAD:		5	200	1.673	45
				6	240	1.947	46
INFORMACIÓN GENERAL: PROYECTO: _____ TESIS EJECUTOR: _____ Ronny Davila & Sergio Sanchez FECHA: _____ 10/01/2022				7	280	2.210	47
				8	320	2.457	48
				9	360	2.690	49
				10	400	2.922	50
				11	440	3.151	51
				12	480	3.374	52
				13	520	3.602	53
				14	560	3.830	54
				15	600	4.070	55
				16	640	4.303	56
				17	680	4.543	57
				18	720	4.789	58
				19	760	5.040	59
				20	800	5.299	60
				21	840	5.565	61
				22	880	5.839	62
				23	920	6.121	63
				24	960	6.416	64
				25	1000	6.726	65
				26	1040	7.020	66
				27	1080	7.364	67
				28	1120	7.740	68
				29	1160	8.117	69
				30	1200	8.573	70
				31	1240	9.127	71
				32	1280	9.731	72
				33	1320	10.470	73
				34	1360	11.341	74
				35	1400	12.472	75
				36	1440	14.328	76
				37	1480	18.630	77
				38	1520	20.057	78
				39			79
				40			80

Tabla 58

Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-1-7-1, método de pincelado.

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	(2ab ²) (Cm ³)
5.06	5.057	5.061	5.059	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	257.813
5.053	5.051	5.039	5.048	
Longitud de apoyos.				
70.00				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	28.60	23.38	Volumen Saturado (Cm3)	51.13
				0.45
Peso Anhidro (gr.)	23.18		Peso Anhidro (gr.)	23.18

Fecha: 10/01/2022
Tiempo: 10 min. 57 seg.

Tabla 59

Datos procesados, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-1-7-1 método de pincelado.

N° DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TO TAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{3PL}{2ab^2} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{6xfxb}{L^2}$
1	40	18.14	0.422	14.776	0.0003
2	80	36.29	0.769	29.558	0.0005
3	120	54.43	1.087	44.336	0.0007
4	160	72.57	1.390	59.115	0.0009
5	200	90.72	1.673	73.894	0.0010
6	240	108.86	1.947	88.673	0.0012
7	280	127.01	2.210	103.452	0.0014
8	320	145.15	2.457	118.231	0.0015
9	360	163.29	2.690	133.009	0.0017
10	400	181.44	2.922	147.788	0.0018
11	440	199.58	3.151	162.567	0.0019
12	480	217.72	3.374	177.346	0.0021
13	520	235.87	3.602	192.125	0.0022
14	560	254.01	3.830	206.904	0.0024
15	600	272.16	4.070	221.682	0.0025
16	640	290.30	4.303	236.461	0.0027
17	680	308.44	4.543	251.240	0.0028
18	720	326.59	4.789	266.019	0.0030
19	760	344.73	5.040	280.798	0.0031
20	800	362.87	5.299	295.577	0.0033
21	840	381.02	5.565	310.355	0.0034
22	880	399.16	5.839	325.134	0.0036
23	920	417.30	6.121	339.913	0.0038
24	960	435.45	6.416	354.692	0.0040
25	1000	453.59	6.726	369.471	0.0042
26	1040	471.74	7.020	384.250	0.0043
27	1080	489.88	7.364	399.028	0.0046
28	1120	508.02	7.740	413.807	0.0048
29	1160	526.17	8.117	428.586	0.0050
30	1200	544.31	8.573	443.365	0.0053
31	1240	562.45	9.127	458.144	0.0056
32	1280	580.60	9.731	472.923	0.0060
33	1320	598.74	10.470	487.701	0.0065
34	1360	616.89	11.341	502.480	0.0070
35	1400	635.03	12.472	517.259	0.0077
36	1440	653.17	14.328	532.038	0.0089
37	1480	671.32	18.630	546.817	0.0115
38	1520	689.46	20.057	561.596	0.0124

Figura 24

Dispersograma, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-1-7-1, método de pincelado.

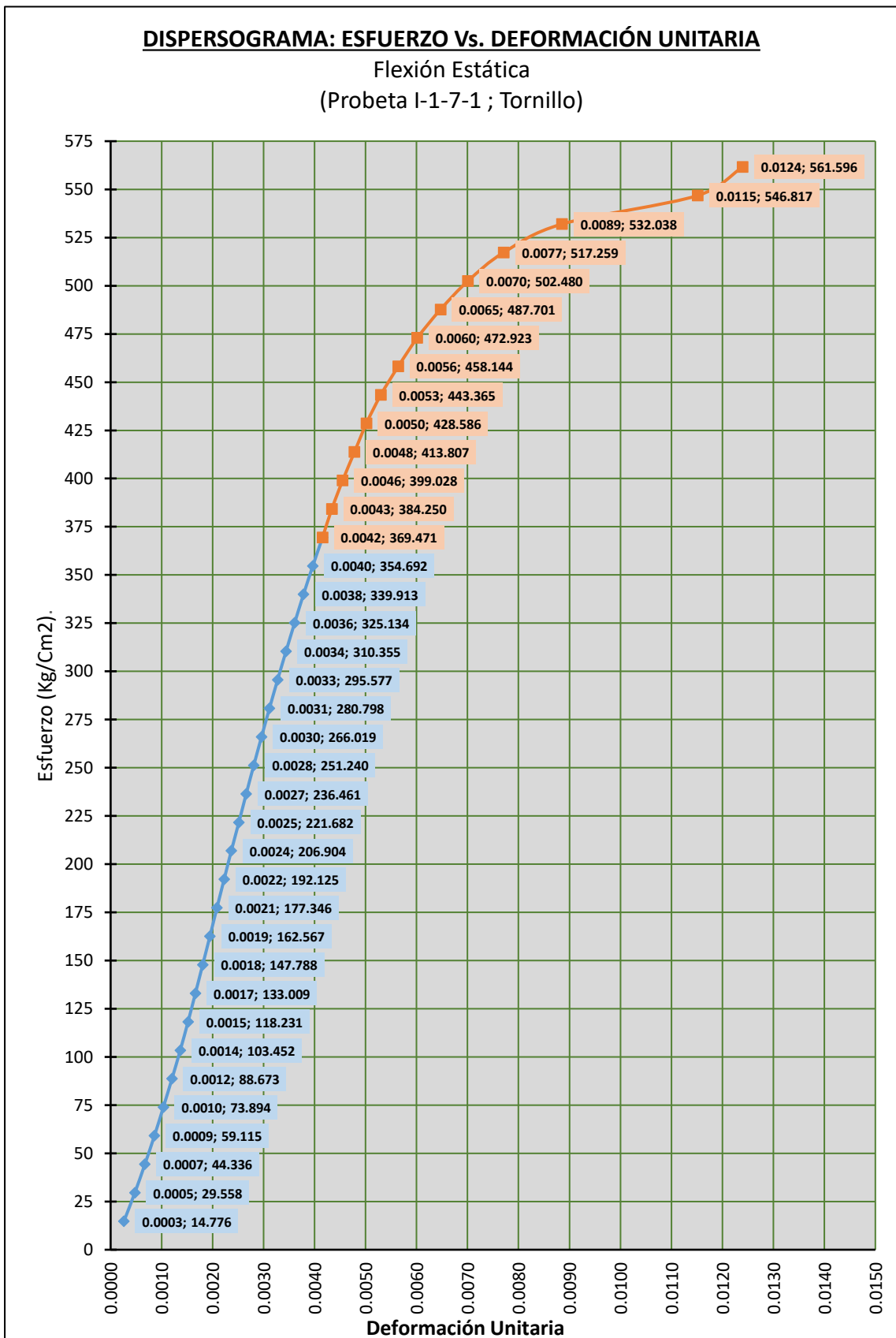
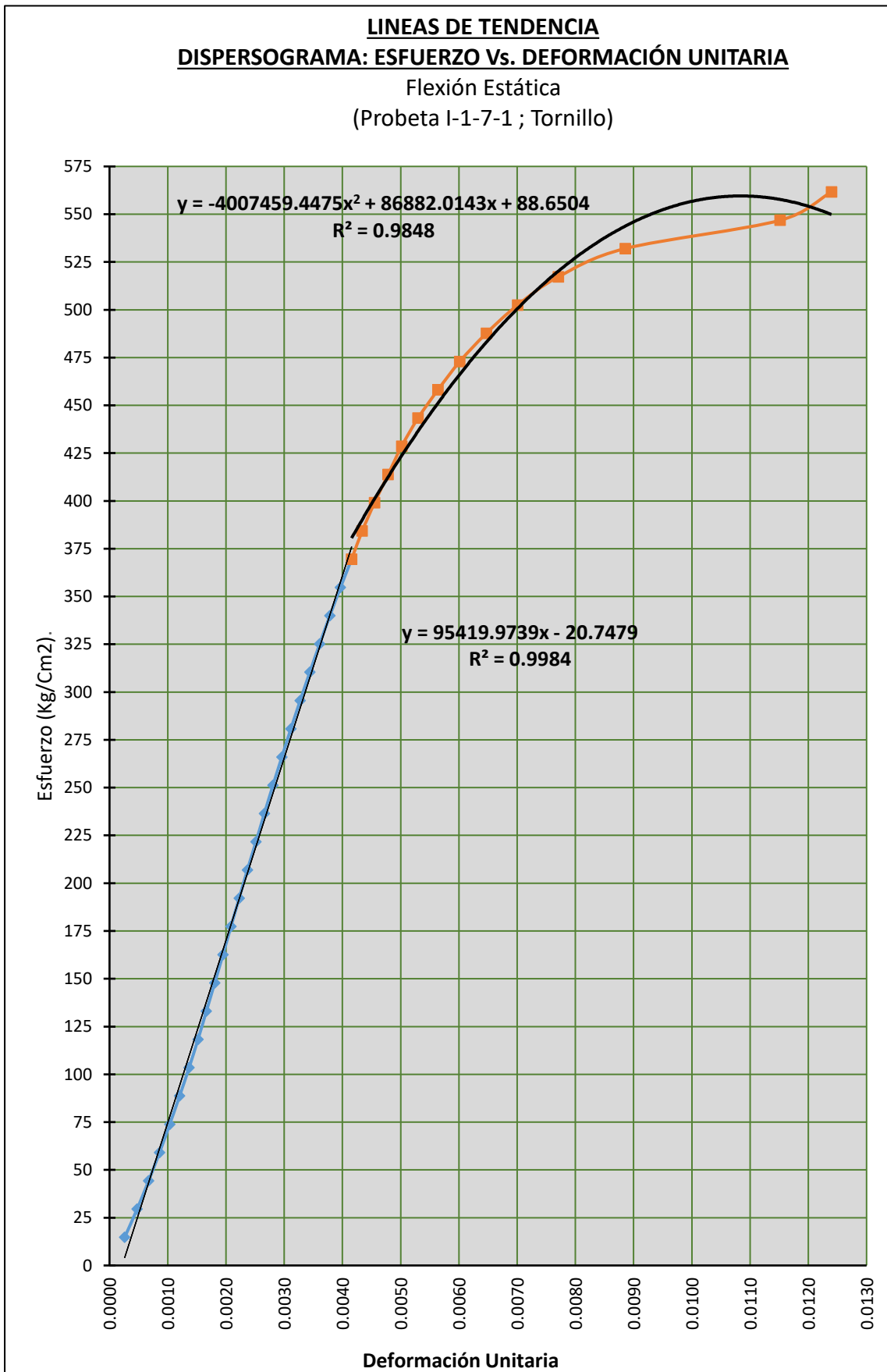


Figura 25

Ajuste, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-1-7-1, método de pincelado.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 94420x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -4007459.45x^2 + 85139.2687x + 107.35236$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

$$(x,y) = (0.00405, 386.41327)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.01062, 559.55251)$$

Figura 26

Comportamiento, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-1-7-1, método de pincelado.

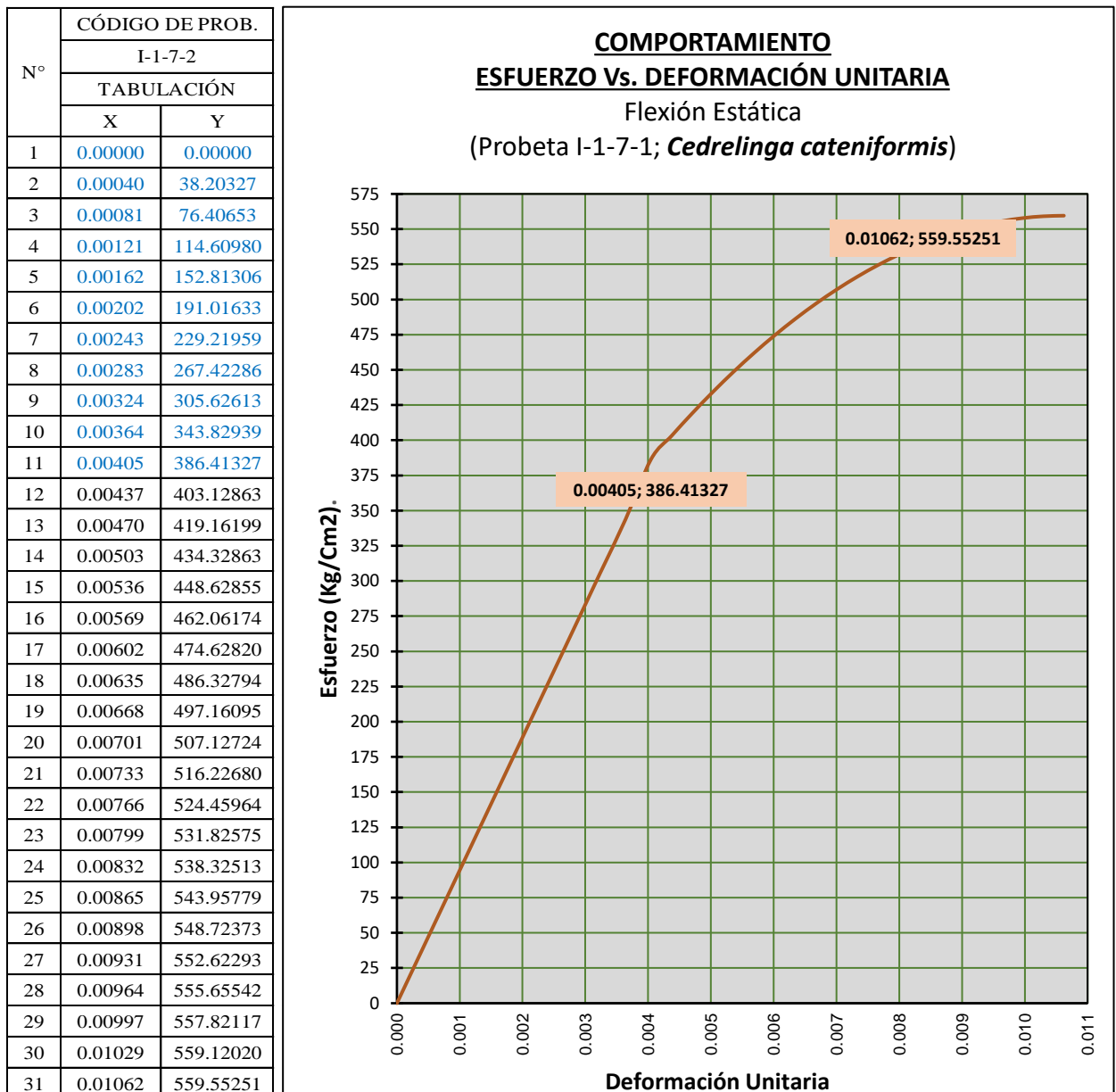


Tabla 60

Datos obtenidos en laboratorio, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión.


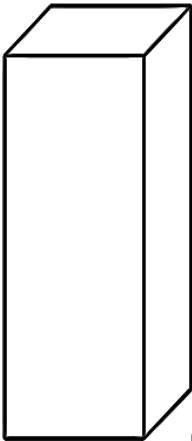
CITE maderas Lima		FORMATO PARA EL ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA						
NOMBRE COMÚN: Tornillo NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga cateniformis FAMILIA: Leguminosae		N° DE XILOTECA: MUESTRA N°: Probeta I-2-7-1 PROCEDENCIA: Amazonas		N° DE ÁRBOL: I				
DATOS PARA EL CENTRO DE CÓMPUTO		CONDICIÓN		CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	
LUZ: <u>70</u> CMS. P: _____ LBS. P': _____ LBS. Y: _____ CMS.		SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input checked="" type="checkbox"/> DURAMEN: _____ %		1	40	41	1640	11.963
ANCHO (A): <u>4.949</u> CMS. ESPESOR (B): <u>4.991</u> CMS.		DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO _____ GRS. VOLUMEN: _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD _____ %		2	80	42	1680	12.613
				3	120	43	1720	13.356
				4	160	44	1760	14.212
OBSERVACIONES: _____ _____ _____		NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251-017 RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL: MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: MÓDULO DE ELASTICIDAD:		5	200	45	1800	15.254
				6	240	46	1840	16.479
INFORMACIÓN GENERAL: PROYECTO: <u>TESIS</u> EJECUTOR: <u>Ronny Davila & Sergio Sanchez</u> FECHA: <u>10/01/2022</u>				7	280	47		
				8	320	48		
				9	360	49		
				10	400	50		
				11	440	51		
				12	480	52		
				13	520	53		
				14	560	54		
				15	600	55		
				16	640	56		
				17	680	57		
				18	720	58		
				19	760	59		
				20	800	60		
				21	840	61		
				22	880	62		
				23	920	63		
				24	960	64		
				25	1000	65		
				26	1040	66		
				27	1080	67		
				28	1120	68		
				29	1160	69		
				30	1200	70		
				31	1240	71		
				32	1280	72		
				33	1320	73		
				34	1360	74		
				35	1400	75		
				36	1440	76		
				37	1480	77		
				38	1520	78		
				39	1560	79		
				40	1600	80		

Tabla 61

Área promedio, contenido de humedad y densidad, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión.

DIMENSIONES				
"a1" (Cm.)	"a2" (Cm.)	"a3" (Cm.)	"a3" Promedio (Cm.)	(2ab ²) (Cm ³)
4.947	4.951	4.948	4.949	
"b1" (Cm.)	"b2" (Cm.)	"b3" (Cm.)	"b3" Promedio (Cm.)	246.510
4.988	4.991	4.993	4.991	
Longitud de apoyos.				
70.00				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%).		DENSIDAD BÁSICA (gr/ cm3)		
Peso Verde (gr.)	30.94	16.71	Volumen Saturado (Cm3)	49.39
				0.54
Peso Anhidro (gr.)	26.51		Peso Anhidro (gr.)	26.51

Fecha: 10/01/2022
Tiempo: 11 min. 55 seg.

Tabla 62

Datos procesados, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión.

Nº DE LECTURA	CARGA (LBS.)	CARGA (KG)	DEFORMACIÓN TOTAL (mm)	ESFUERZO $\sigma = \frac{3PL}{2ab^2} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	DEFORMACIÓN UNITARIA $DU = \frac{6 x f x b}{L^2}$
1	40	18.14	0.368	15.453	0.0002
2	80	36.29	0.662	30.913	0.0004
3	120	54.43	0.920	46.369	0.0006
4	160	72.57	1.172	61.826	0.0007
5	200	90.72	1.410	77.282	0.0009
6	240	108.86	1.639	92.739	0.0010
7	280	127.01	1.857	108.195	0.0011
8	320	145.15	2.074	123.651	0.0013
9	360	163.29	2.289	139.108	0.0014
10	400	181.44	2.503	154.564	0.0015
11	440	199.58	2.718	170.021	0.0017
12	480	217.72	2.936	185.477	0.0018
13	520	235.87	3.151	200.934	0.0019
14	560	254.01	3.366	216.390	0.0021
15	600	272.16	3.588	231.847	0.0022
16	640	290.30	3.812	247.303	0.0023
17	680	308.44	4.042	262.759	0.0025
18	720	326.59	4.272	278.216	0.0026
19	760	344.73	4.511	293.672	0.0028
20	800	362.87	4.762	309.129	0.0029
21	840	381.02	4.999	324.585	0.0031
22	880	399.16	5.251	340.042	0.0032
23	920	417.30	5.506	355.498	0.0034
24	960	435.45	5.764	370.954	0.0035
25	1000	453.59	6.025	386.411	0.0037
26	1040	471.74	6.292	401.867	0.0038
27	1080	489.88	6.568	417.324	0.0040
28	1120	508.02	6.850	432.780	0.0042
29	1160	526.17	7.143	448.237	0.0044
30	1200	544.31	7.448	463.693	0.0046
31	1240	562.45	7.759	479.150	0.0047
32	1280	580.60	8.086	494.606	0.0049
33	1320	598.74	8.425	510.062	0.0051
34	1360	616.89	8.779	525.519	0.0054
35	1400	635.03	9.156	540.975	0.0056
36	1440	653.17	9.552	556.432	0.0058
37	1480	671.32	9.965	571.888	0.0061
38	1520	689.46	10.410	587.345	0.0064
39	1560	707.60	10.883	602.801	0.0067
40	1600	725.75	11.393	618.257	0.0070

Figura 27

Dispersograma, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión.

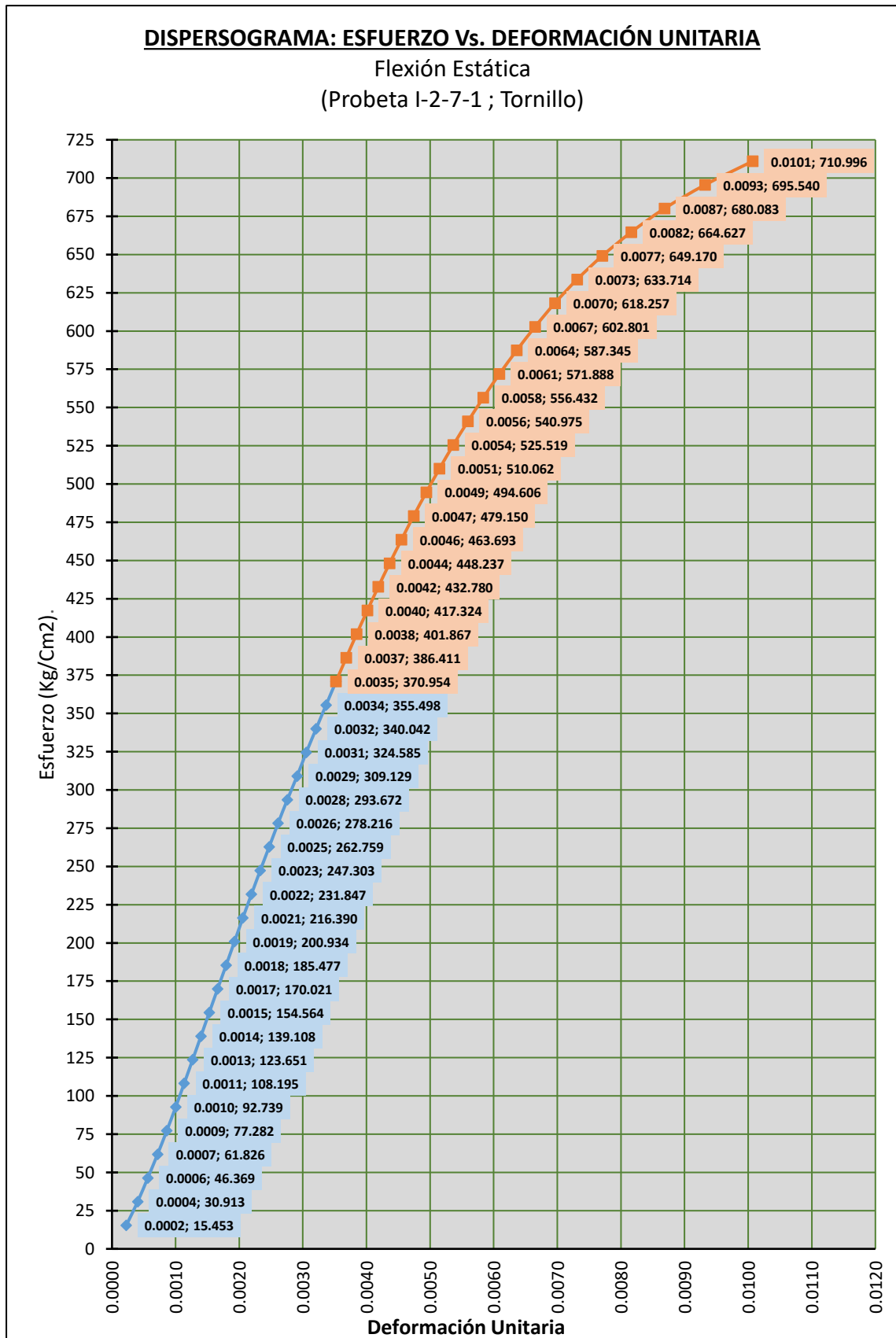
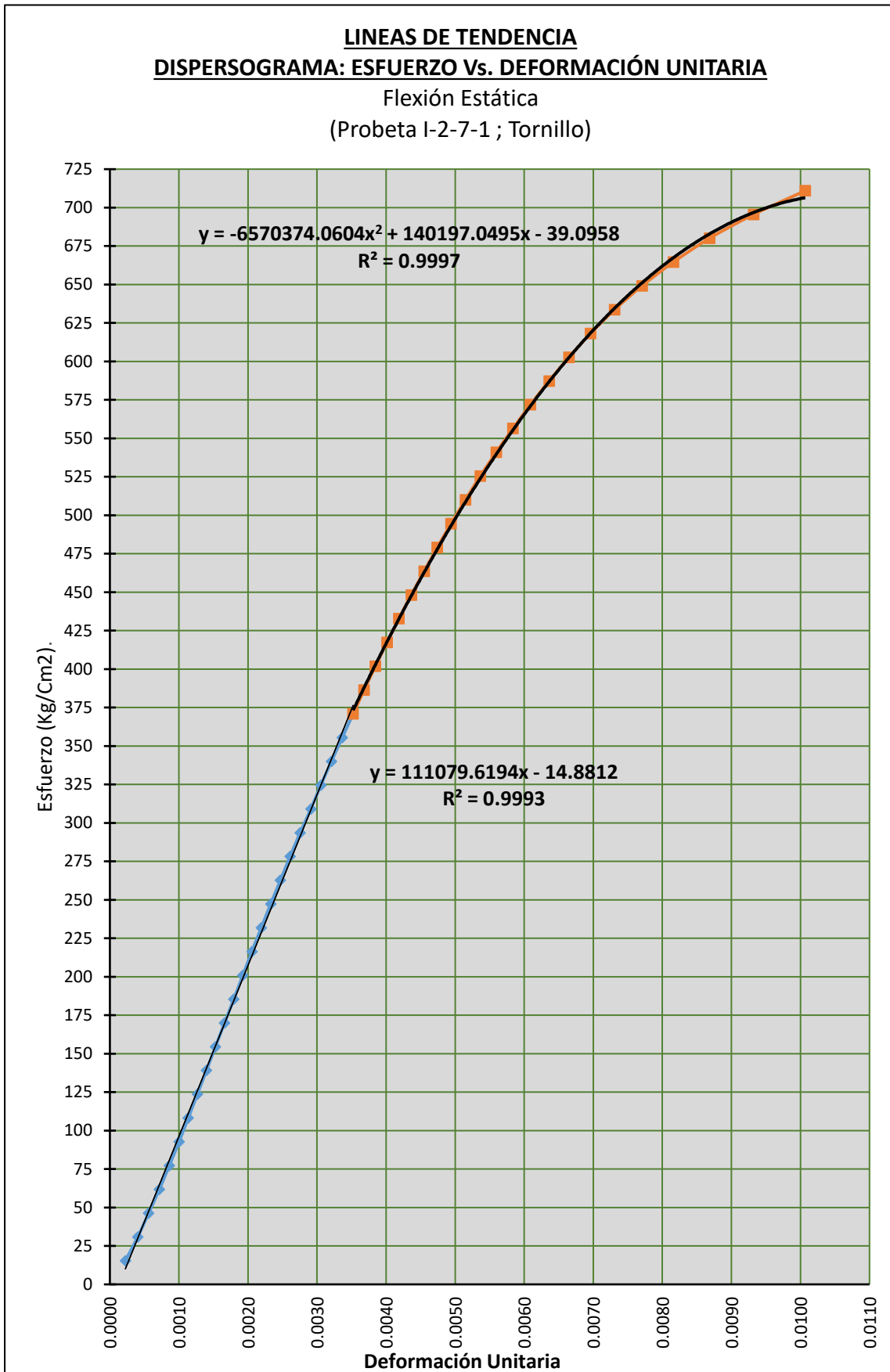


Figura 28

Ajuste, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión.



La función ajustada que domina el comportamiento elástico será:

$$Y = 111080x$$

La función ajustada que domina el comportamiento plástico será:

$$Y = -6570374.06040x^2 + 138436.59964x - 20.43169$$

El punto de transición entre el tramo elástico y el tramo plástico de la curva está dada por:

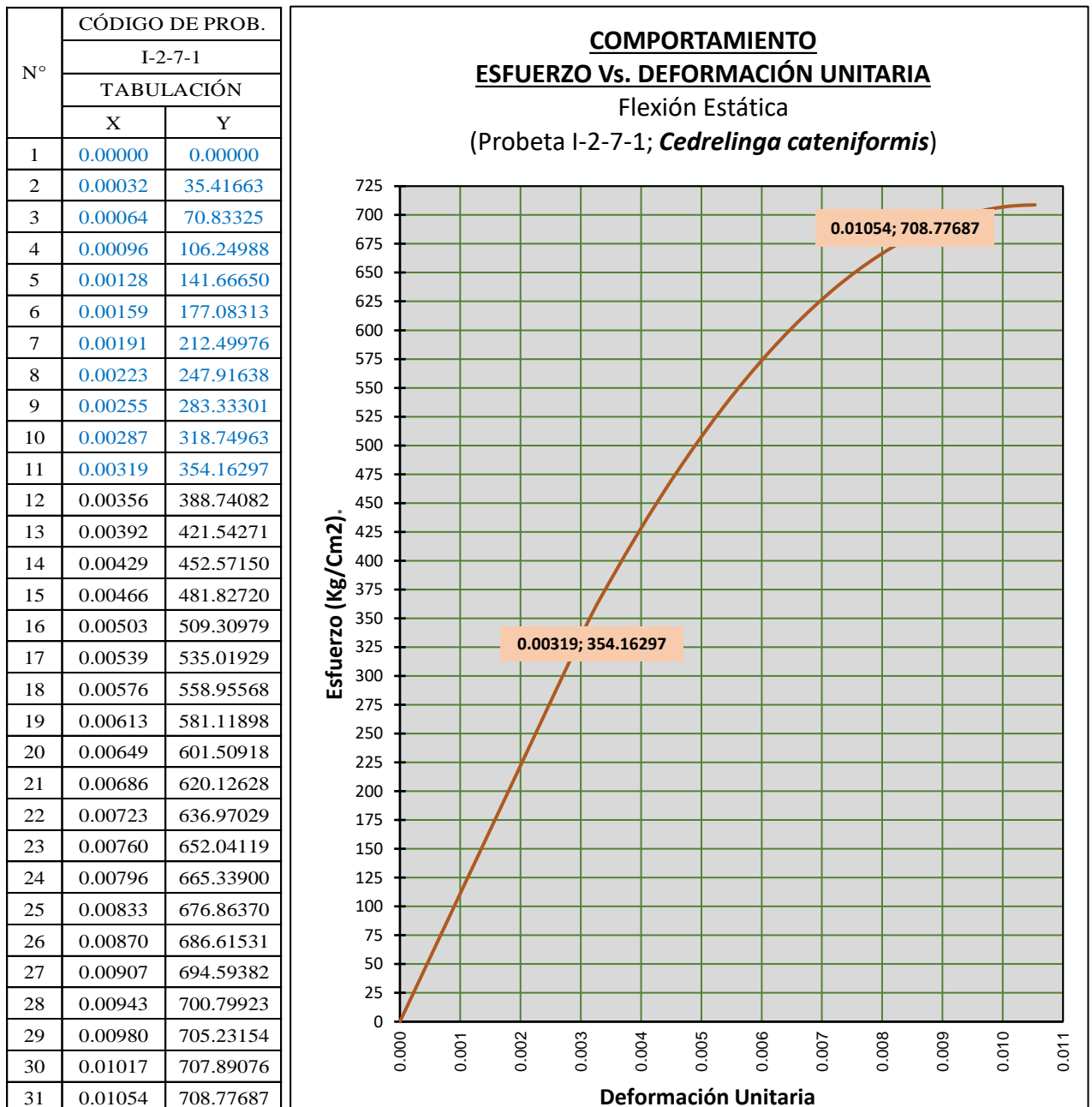
$$(x,y) = (0.00319, 354.16297)$$

El punto de rotura o colapso de la probeta está dada por :

$$V = (0.01054, 708.77687)$$

Figura 29

Comportamiento, ensayo mecánico “flexión estática” de la probeta I-2-7-1, método de inmersión.



2.7.5. Corte paralelo a la fibra

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.013.

En primer lugar, se midió con un vernier las dimensiones del plano de falla con la finalidad de calcular el área paralela a la carga de las probetas.

Seguidamente, se instaló la probeta en el mecanismo de cizalla de la “Maquina Universal”, de tal forma que la cara transversal reciba la presión del cizallamiento, después se procedió de modo controlado y secuencial aplicar una carga continua hasta llegar a su punto de falla con una velocidad de 0.6 mm/min. Durante todo este proceso solo se registraron las cargas máximas aplicadas, hasta el momento justo antes que ocurra la falla.

Luego de realizado el ensayo de cada probeta, se utilizó la fracción de la probeta que fue separada por el cizallamiento, la cual sirvió para hallar su contenido de humedad y volumen (utilizamos el procedimiento de sumersión en agua), y luego colocarlas en una estufa a temperatura constante de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, con el fin de deshidatarlas totalmente y volverlas a pesar obteniendo el peso anhidro.

La información obtenida se anotó en el formato elaborado por el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITEmadera.

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 63

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “*corte paralelo a la fibra*”, de la probeta I-1-8-1, método de pincelado.

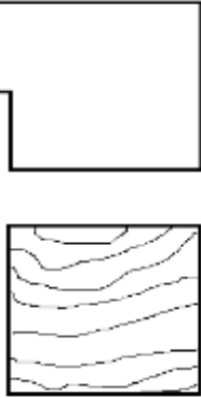
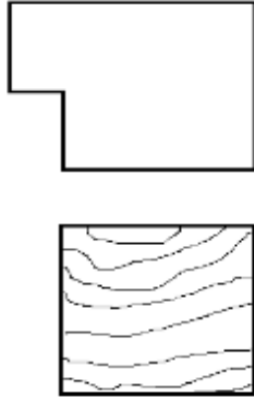
ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO PARALELA AL GRANO										
CITE madera <small>Lima</small>										
NOMBRE COMUN: Tornillo		TIPO DE ENSAYO: Pincelado		N° DE ARBOL: 1		NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 013				
NOMBRE CIENTIFICO: Cedrelinga ca teniformis		PROCEDENCIA: Santa Fé - Santa María de Nieva- Amazonas		PROYECTO: TESIS						
FAMILIA: Leguminosae		CONDICIÓN: Verde		EJECUTOR: RSDS - SESR		FECHA: 07/09/21				
PROBETA N°	DATOS DE COMPUITO.					RESULTADO				
	ESPESOR (CM).	ANCHO (CM).	CARGA MAX. (P)	PESO INICIAL (GRS).	PSH (GRS).	C.H. (%)	RESISTENCIA CIZALLAMIENT TO (KG/CM2)			
I-1-8-1	5.179	4.825	3145.96	21.37	18.49	15.58	57.106			
TANGENCIAL										
										
RADIAL										
										
OBSERVACIONES:										
OBSERVACIONES:										

Tabla 64*Área de corte, ensayo mecánico “corte paralelo a la fibra”, método de pincelado.*

CODIGO PROBETA	AREA DE CORTE (Cm2.)		Área (Cm2)
	Long "a" (cm.) "a"	Long "b" (cm.) "b"	
I-1-8-1	4.825	5.179	24.989
I-1-8-2	4.911	5.050	24.801
I-1-8-3	4.971	5.088	25.292
I-1-8-4	4.935	5.097	25.154
I-1-8-5	5.014	4.987	25.005
I-1-8-6	4.893	4.996	24.445
I-1-8-7	5.014	5.098	25.561
I-1-8-8	4.877	5.007	24.419
I-1-8-9	4.970	5.017	24.934
I-1-8-10	4.990	4.969	24.795
I-1-8-11	4.995	5.030	25.125
I-1-8-12	4.939	5.016	24.774
I-1-8-13	5.021	5.066	25.436
I-1-8-14	4.957	5.113	25.345
I-1-8-15	4.958	5.027	24.924
II-1-8-1	4.928	5.049	24.881
II-1-8-2	4.973	5.036	25.044
II-1-8-3	4.986	5.127	25.563
II-1-8-4	4.851	5.014	24.323
II-1-8-5	5.007	5.064	25.355
II-1-8-6	4.937	4.997	24.670
II-1-8-7	5.020	5.054	25.371
II-1-8-8	4.993	4.985	24.890
II-1-8-9	4.903	5.100	25.005
II-1-8-10	5.015	5.013	25.140
II-1-8-11	4.937	5.046	24.912
II-1-8-12	5.001	5.098	25.495
II-1-8-13	5.008	5.077	25.426
II-1-8-14	4.918	5.100	25.082
II-1-8-15	4.943	5.038	24.903

* Fecha: 10/09/2022

Tabla 65

Densidad básica, ensayo físico “corte paralelo a la fibra”, método de pincelado.

CODIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./ Cm3)
I-1-8-1	21.37	18.49	15.58	49.98	18.49	0.37
I-1-8-2	31.55	27.11	16.38	49.60	27.11	0.55
I-1-8-3	37.41	32.11	16.51	50.58	32.11	0.63
I-1-8-4	28.94	24.92	16.13	50.31	24.92	0.50
I-1-8-5	23.73	20.49	15.81	50.01	20.49	0.41
I-1-8-6	28.98	24.70	17.33	48.89	24.70	0.51
I-1-8-7	27.47	23.60	16.40	51.12	23.60	0.46
I-1-8-8	29.84	25.57	16.70	48.84	25.57	0.52
I-1-8-9	28.98	24.87	16.53	49.87	24.87	0.50
I-1-8-10	26.86	23.04	16.58	49.59	23.04	0.46
I-1-8-11	30.28	25.94	16.73	50.25	25.94	0.52
I-1-8-12	30.94	26.41	17.15	49.55	26.41	0.53
I-1-8-13	27.48	23.53	16.79	50.87	23.53	0.46
I-1-8-14	29.03	24.81	17.01	50.69	24.81	0.49
I-1-8-15	25.83	22.15	16.61	49.85	22.15	0.44
II-1-8-1	33.35	28.72	16.12	49.76	28.72	0.58
II-1-8-2	30.66	26.48	15.79	50.09	26.48	0.53
II-1-8-3	30.92	26.58	16.33	51.13	26.58	0.52
II-1-8-4	23.40	20.18	15.96	48.65	20.18	0.41
II-1-8-5	30.48	26.10	16.78	50.71	26.10	0.51
II-1-8-6	29.03	25.02	16.03	49.34	25.02	0.51
II-1-8-7	27.52	23.61	16.56	50.74	23.61	0.47
II-1-8-8	28.04	24.04	16.64	49.78	24.04	0.48
II-1-8-9	24.85	21.36	16.34	50.01	21.36	0.43
II-1-8-10	28.84	24.61	17.19	50.28	24.61	0.49
II-1-8-11	28.53	24.46	16.64	49.82	24.46	0.49
II-1-8-12	25.12	21.56	16.51	50.99	21.56	0.42
II-1-8-13	26.82	23.01	16.56	50.85	23.01	0.45
II-1-8-14	31.25	26.68	17.13	50.16	26.68	0.53
II-1-8-15	27.56	23.69	16.34	49.81	23.69	0.48

Tabla 66*Datos procesados, ensayo físico “corte paralelo a la fibra”, método de pincelado.*

CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	CARGA (Lbs.)	CARGA (Kg.)	TIEMPO DE ENSAYO	ÁREA CORTE (Cm2)	ESFUERZO DE CORTE
							$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$
I-1-8-1	15.58	0.37	3145.96	1427.00	3 min. 10 seg.	24.989	57.106
I-1-8-2	16.38	0.55	3665.81	1662.80	2 min. 50 seg.	24.801	67.047
I-1-8-3	16.51	0.63	3302.49	1498.00	2 min. 30 seg.	25.292	59.227
I-1-8-4	16.13	0.50	3381.86	1534.00	3 min. 10 seg.	25.154	60.985
I-1-8-5	15.81	0.41	3324.54	1508.00	3 min. 52 seg.	25.005	60.308
I-1-8-6	17.33	0.51	3498.70	1587.00	3 min. 41 seg.	24.445	64.920
I-1-8-7	16.40	0.46	2863.78	1299.00	3 min. 12 seg.	25.561	50.819
I-1-8-8	16.70	0.52	2875.46	1304.30	4 min. 00 seg.	24.419	53.413
I-1-8-9	16.53	0.50	3114.88	1412.90	3 min. 45 seg.	24.934	56.664
I-1-8-10	16.58	0.46	3414.48	1548.80	2 min. 50 seg.	24.795	62.463
I-1-8-11	16.73	0.52	3415.37	1549.20	2 min. 32 seg.	25.125	61.660
I-1-8-12	17.15	0.53	3371.94	1529.50	2 min. 59 seg.	24.774	61.738
I-1-8-13	16.79	0.46	3156.77	1431.90	2 min. 25 seg.	25.436	56.293
I-1-8-14	17.01	0.49	4098.79	1859.20	4 min. 15 seg.	25.345	73.355
I-1-8-15	16.61	0.44	3342.83	1516.30	3 min. 35 seg.	24.924	60.837
II-1-8-1	16.12	0.58	4043.02	1833.90	4 min. 04 seg.	24.881	73.705
II-1-8-2	15.79	0.53	3123.04	1416.60	4 min. 45 seg.	25.044	56.564
II-1-8-3	16.33	0.52	3066.16	1390.80	2 min. 53 seg.	25.563	54.406
II-1-8-4	15.96	0.41	3640.46	1651.30	4 min. 01 seg.	24.323	67.891
II-1-8-5	16.78	0.51	3643.10	1652.50	4 min. 21 seg.	25.355	65.173
II-1-8-6	16.03	0.51	4135.17	1875.70	3 min. 20 seg.	24.670	76.031
II-1-8-7	16.56	0.47	2776.69	1259.50	3 min. 55 seg.	25.371	49.643
II-1-8-8	16.64	0.48	3479.96	1578.50	2 min. 42 seg.	24.890	63.419
II-1-8-9	16.34	0.43	3404.34	1544.20	3 min. 38 seg.	25.005	61.755
II-1-8-10	17.19	0.49	4128.33	1872.60	3 min. 06 seg.	25.140	74.486
II-1-8-11	16.64	0.49	3545.88	1608.40	3 min. 13 seg.	24.912	64.563
II-1-8-12	16.51	0.42	3514.79	1594.30	2 min. 51 seg.	25.495	62.534
II-1-8-13	16.56	0.45	3664.27	1662.10	2 min. 52 seg.	25.426	65.371
II-1-8-14	17.13	0.53	3500.24	1587.70	2 min. 45 seg.	25.082	63.301
II-1-8-15	16.34	0.48	3627.67	1645.50	2 min. 23 seg.	24.903	66.077

Tabla 67

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “corte paralelo a la fibra”, de la probeta I-2-8-1, método de inmersión.

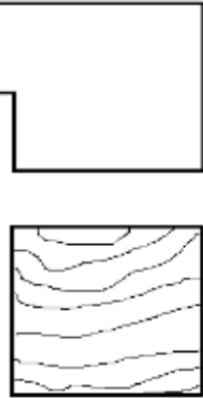
ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO PARALELO AL GRANO										
CITE madera Lima		NOMBRE COMUN: Tornillo		TIPO DE ENSAYO: Inmersión		N° DE ARBOL: 1		NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 013		
NOMBRE CIENTIFICO: Cedre linga ca teniformis		PROCEDECIA: Santa Fé - Santa María de Nieva- Amazonas		PROYECTO: TESIS		EJECUTOR: RSDS - SESR		FECHA: 07/09/2		
FAMILIA: Leguminosae		CONDICIÓN: Verde		ESQUEMAS Y FALLAS.						
PROBETA N°	DATOS DE COMPUTO.				RESULTADO		TANGENCIAL			
	ESPEJOR (CM).	ANCHO (CM).	CARGA MAX. (P)	PESO INICIAL (GRS).	PSH (GRS).	C.H. (%)				RESISTENCIA CIZALLAMIEN TO (KG/CM2)
I-2-8-1	5.034	4.706	4066.38	30.73	26.76	14.84	83.287			
OBSERVACIONES:										
OBSERVACIONES:										

Tabla 68*Área de corte, ensayo mecánico “corte paralelo a la fibra”, método de inmersión.*

CODIGO PROBETA	AREA DE CORTE (Cm2.)		Área (Cm2)
	Long "a" (cm.)	Long "b" (cm.)	
	"a"	"b"	
I-2-8-1	4.706	4.706	22.146
I-2-8-2	4.869	4.869	23.707
I-2-8-3	4.864	4.864	23.658
I-2-8-4	4.848	4.848	23.503
I-2-8-5	4.888	4.888	23.893
I-2-8-6	4.891	4.891	23.922
I-2-8-7	4.985	4.985	24.850
I-2-8-8	4.87	4.87	23.717
I-2-8-9	4.888	4.888	23.893
I-2-8-10	4.959	4.959	24.592
I-2-8-11	4.912	4.912	24.128
I-2-8-12	4.82	4.82	23.232
I-2-8-13	4.926	4.926	24.265
I-2-8-14	4.989	4.989	24.890
I-2-8-15	4.962	4.962	24.621
II-2-8-1	4.911	4.911	24.118
II-2-8-2	4.837	4.837	23.397
II-2-8-3	4.972	4.972	24.721
II-2-8-4	4.914	4.914	24.147
II-2-8-5	4.887	4.887	23.883
II-2-8-6	4.966	4.966	24.661
II-2-8-7	4.9	4.9	24.010
II-2-8-8	4.984	4.984	24.840
II-2-8-9	4.979	4.979	24.790
II-2-8-10	4.96	4.96	24.602
II-2-8-11	4.941	4.941	24.413
II-2-8-12	4.895	4.895	23.961
II-2-8-13	4.962	4.962	24.621
II-2-8-14	4.902	4.902	24.030
II-2-8-15	4.976	4.976	24.761

*Fecha: 10/09/2022

Tabla 69*Densidad básica, ensayo físico “corte paralelo a la fibra”, método de inmersión.*

CODIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./ Cm3)
I-2-8-1	21.37	18.49	15.58	47.38	18.49	0.39
I-2-8-2	31.55	27.11	16.38	49.14	27.11	0.55
I-2-8-3	37.41	32.11	16.51	49.47	32.11	0.65
I-2-8-4	28.94	24.92	16.13	48.95	24.92	0.51
I-2-8-5	23.73	20.49	15.81	49.26	20.49	0.42
I-2-8-6	28.98	24.7	17.33	48.98	24.7	0.50
I-2-8-7	27.47	23.6	16.40	50.18	23.6	0.47
I-2-8-8	29.84	25.57	16.70	48.88	25.57	0.52
I-2-8-9	28.98	24.87	16.53	49.53	24.87	0.50
I-2-8-10	26.86	23.04	16.58	49.70	23.04	0.46
I-2-8-11	30.28	25.94	16.73	49.68	25.94	0.52
I-2-8-12	30.94	26.41	17.15	48.56	26.41	0.54
I-2-8-13	27.48	23.53	16.79	49.50	23.53	0.48
I-2-8-14	29.03	24.81	17.01	50.59	24.81	0.49
I-2-8-15	25.83	22.15	16.61	50.47	22.15	0.44
II-2-8-1	33.35	28.72	16.12	49.61	28.72	0.58
II-2-8-2	30.66	26.48	15.79	49.08	26.48	0.54
II-2-8-3	30.92	26.58	16.33	51.28	26.58	0.52
II-2-8-4	23.4	20.18	15.96	50.55	20.18	0.40
II-2-8-5	30.48	26.1	16.78	49.54	26.1	0.53
II-2-8-6	29.03	25.02	16.03	49.17	25.02	0.51
II-2-8-7	27.52	23.61	16.56	49.86	23.61	0.47
II-2-8-8	28.04	24.04	16.64	50.79	24.04	0.47
II-2-8-9	24.85	21.36	16.34	49.75	21.36	0.43
II-2-8-10	28.84	24.61	17.19	49.48	24.61	0.50
II-2-8-11	28.53	24.46	16.64	50.82	24.46	0.48
II-2-8-12	25.12	21.56	16.51	49.98	21.56	0.43
II-2-8-13	26.82	23.01	16.56	50.34	23.01	0.46
II-2-8-14	31.25	26.68	17.13	48.98	26.68	0.54
II-2-8-15	27.56	23.69	16.34	50.49	23.69	0.47

Tabla 70*Datos procesados, ensayo físico “corte paralelo a la fibra”, método de inmersión.*

CODIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	CARGA (Lbs.)	CARGA (Kg.)	TIEMPO DE ENSAYO	ÁREA CORTE (Cm2)	ESFUERZO DE CORTE
							$\sigma = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$
I-2-8-1	15.58	0.39	4066.38	1844.50	4 min. 20 seg.	22.146	83.287
I-2-8-2	16.38	0.55	4581.38	2078.10	3 min. 55 seg.	23.707	87.657
I-2-8-3	16.51	0.65	4089.53	1855.00	3 min. 55 seg.	23.658	78.407
I-2-8-4	16.13	0.51	4115.11	1866.60	3 min. 58 seg.	23.503	79.419
I-2-8-5	15.81	0.42	4036.62	1831.00	4 min. 52 seg.	23.893	76.635
I-2-8-6	17.33	0.50	4630.54	2100.40	4 min. 45 seg.	23.922	87.802
I-2-8-7	16.40	0.47	3835.34	1739.70	4 min. 22 seg.	24.850	70.007
I-2-8-8	16.70	0.52	4610.70	2091.40	5 min. 00 seg.	23.717	88.182
I-2-8-9	16.53	0.50	3962.77	1797.50	4 min. 40 seg.	23.893	75.233
I-2-8-10	16.58	0.46	3625.46	1644.50	3 min. 58 seg.	24.592	66.872
I-2-8-11	16.73	0.52	4036.40	1830.90	3 min. 43 seg.	24.128	75.884
I-2-8-12	17.15	0.54	4758.85	2158.60	4 min. 59 seg.	23.232	92.913
I-2-8-13	16.79	0.48	4207.70	1908.60	4 min. 15 seg.	24.265	78.655
I-2-8-14	17.01	0.49	3150.37	1429.00	4 min. 00 seg.	24.890	57.412
I-2-8-15	16.61	0.44	3392.22	1538.70	4 min. 35 seg.	24.621	62.494
II-2-8-1	16.12	0.58	3938.52	1786.50	4 min. 04 seg.	24.118	74.074
II-2-8-2	15.79	0.54	5017.89	2276.10	5 min. 55 seg.	23.397	97.283
II-2-8-3	16.33	0.52	4030.89	1828.40	5 min. 00 seg.	24.721	73.962
II-2-8-4	15.96	0.40	4332.04	1965.00	5 min. 11 seg.	24.147	81.375
II-2-8-5	16.78	0.53	3669.34	1664.40	4 min. 17 seg.	23.883	69.690
II-2-8-6	16.03	0.51	4095.04	1857.50	4 min. 19 seg.	24.661	75.321
II-2-8-7	16.56	0.47	3329.61	1510.30	4 min. 50 seg.	24.010	62.903
II-2-8-8	16.64	0.47	3821.23	1733.30	3 min. 59 seg.	24.840	69.778
II-2-8-9	16.34	0.43	3764.57	1707.60	4 min. 38 seg.	24.790	68.881
II-2-8-10	17.19	0.50	3631.86	1647.40	4 min. 16 seg.	24.602	66.963
II-2-8-11	16.64	0.48	4013.25	1820.40	4 min. 45 seg.	24.413	74.565
II-2-8-12	16.51	0.43	4034.20	1829.90	4 min. 56 seg.	23.961	76.370
II-2-8-13	16.56	0.46	4594.39	2084.00	4 min. 50 seg.	24.621	84.642
II-2-8-14	17.13	0.54	4395.09	1993.60	5 min. 45 seg.	24.030	82.964
II-2-8-15	16.34	0.47	4118.41	1868.10	4 min. 15 seg.	24.761	75.447

2.7.6. Dureza

Este ensayo se realizó en concordancia con la NTP 251.015.

En primer lugar, se determinó el centroide y la dirección de corte de todas las caras de las probetas.

Seguidamente, se instaló la probeta en el mecanismo de cizalla de la “Maquina Universal”, de tal manera que la carga se aplique sobre el centroide de cada cara de la probeta a razón de una velocidad de 0.6 mm/min.

Luego de realizado el ensayo de cada probeta, de esta se extrajo una pieza de 20 mm de longitud de la zona no dañada y cercana al área donde ha ocurrido el agrietamiento (falla), para posteriormente determinar su volumen, peso en estado húmedo o verde y colocarlas en una estufa a temperatura constante de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, con el fin de deshidratarlas totalmente y volverlas a pesar obteniendo el peso anhidro.

La información obtenida se anotó en el formato elaborado por el laboratorio del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera - CITEMadera.

Finalmente, se realizó el procesamiento y análisis de resultados encontrados, determinando las condiciones óptimas de aplicación de grasa de vacuno (mejor método de aplicación y número de capas).

Los resultados obtenidos y el tratamiento de datos, para las probetas “1” son como se muestran a continuación (los resultados del resto de probetas, ver CD adjunto):

Tabla 71

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “**dureza**” de la probeta I-1-9-1, método de pincelado.


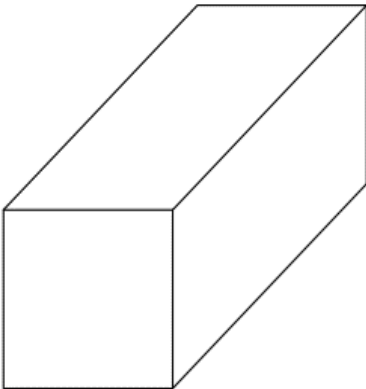
		FORMATO PARA EL ENSAYO DE DUREZA																																															
NOMBRE COMÚN: Tornillo NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga cateniformis FAMILIA: Leguminosae		N° DE ÁRBOL: I PROBETA N°: I-1-9-1 PROCEDENCIA: Santa Fe, Santa María de Nieva																																															
<p style="text-align: center;">CONDICIÓN:</p> SECA AL AIRE: <input type="text"/> SATURADA: <input checked="" type="text" value="X"/> DURAMEN:.....% LARGO: 15 CMS. ESPESOR: 5 CMS. ANCHO: 5 CMS.		<p style="text-align: center;">DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</p> PESO (): 33.07 GRS. PESO SECO AL HORNO: 27.50 GRS. CONTENIDO DE HUMEDAD: 20.25 % OBSERVACIONES: _____ _____ _____																																															
																																																	
NORMA TÉCNICA PERUANA 251.015 - 2014 PROYECTO: TESIS EJECUTOR: Ronny Davila & Sergio Sanchez FECHA: 07/09/2021		LADO DE SUPERFICIE (LBS)																																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYO N°</th> <th colspan="2" rowspan="2">EXTREMOS</th> <th colspan="4">LADOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">RADIAL</th> <th colspan="2">TANGENCIAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>331.90</td> <td>307.60</td> <td>464.90</td> <td>256.10</td> <td>419.20</td> <td>353.80</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ENSAYO N°	EXTREMOS		LADOS				RADIAL		TANGENCIAL		1	331.90	307.60	464.90	256.10	419.20	353.80	2							3							4							PROMEDIO						
ENSAYO N°	EXTREMOS		LADOS																																														
			RADIAL		TANGENCIAL																																												
1	331.90	307.60	464.90	256.10	419.20	353.80																																											
2																																																	
3																																																	
4																																																	
PROMEDIO																																																	
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROMEDIO EN EXTREMOS:</td> <td style="text-align: right;">319.75 KGS</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO EN LADOS:</td> <td style="text-align: right;">373.50 KGS</td> </tr> </table>		PROMEDIO EN EXTREMOS:	319.75 KGS	PROMEDIO EN LADOS:	373.50 KGS																																										
PROMEDIO EN EXTREMOS:	319.75 KGS																																																
PROMEDIO EN LADOS:	373.50 KGS																																																

Tabla 72

Contenido de humedad y densidad básica, ensayo mecánico “dureza”, método de pincelado.

CÓDIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./Cm3)
I-1-9-1	33.07	27.50	20.25	50.80	27.50	0.54
I-1-9-2	36.43	29.91	21.80	50.61	29.91	0.59
I-1-9-3	29.34	24.31	20.69	50.86	24.31	0.48
I-1-9-4	31.65	25.99	21.78	50.88	25.99	0.51
I-1-9-5	34.66	27.95	24.01	50.39	27.95	0.55
I-1-9-6	35.89	28.96	23.93	50.93	28.96	0.57
I-1-9-7	30.63	24.95	22.77	50.77	24.95	0.49
I-1-9-8	31.62	25.55	23.76	50.79	25.55	0.50
I-1-9-9	29.42	23.86	23.30	50.56	23.86	0.47
I-1-9-10	30.52	24.86	22.77	50.42	24.86	0.49
I-1-9-11	34.60	28.19	22.74	50.75	28.19	0.56
I-1-9-12	32.37	26.15	23.79	50.39	26.15	0.52
I-1-9-13	34.73	28.25	22.94	50.77	28.25	0.56
I-1-9-14	29.72	24.41	21.75	50.78	24.41	0.48
I-1-9-15	33.91	27.47	23.44	51.12	27.47	0.54
II-1-9-1	34.39	28.12	22.30	50.64	28.12	0.56
II-1-9-2	33.12	26.83	23.44	50.43	26.83	0.53
II-1-9-3	37.50	30.87	21.48	50.67	30.87	0.61
II-1-9-4	37.90	29.56	28.21	50.72	29.56	0.58
II-1-9-5	34.37	28.07	22.44	51.11	28.07	0.55
II-1-9-6	33.70	27.77	21.35	50.77	27.77	0.55
II-1-9-7	31.07	25.48	21.94	50.85	25.48	0.50
II-1-9-8	30.26	24.81	21.97	50.62	24.81	0.49
II-1-9-9	29.25	24.42	19.78	50.69	24.42	0.48
II-1-9-10	30.30	24.71	22.62	50.71	24.71	0.49
II-1-9-11	31.99	25.79	24.04	50.74	25.79	0.51
II-1-9-12	32.24	26.82	20.21	50.77	26.82	0.53
II-1-9-13	31.96	26.10	22.45	50.80	26.10	0.51
II-1-9-14	36.83	29.80	23.59	50.68	29.80	0.59
II-1-9-15	29.99	25.04	19.77	50.60	25.04	0.49

Tabla 73*Datos procesados, ensayo mecánico “dureza”, método de pincelado.*

COD. PROB.	CONT. HUM. %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	CARGA (Lbs.)			CARGA (Kg.)			DUREZA JANKA		
			RADIAL	TANG.	EXTREM.	RADIAL	TANG.	EXTREM.	RADIAL	TANG.	EXTREM.
I-1-9-1	20.25	0.54	795	852	705	360.50	386.50	319.75	361	387	320
I-1-9-2	21.80	0.59	1022	962	721	463.75	436.25	326.90	464	436	327
I-1-9-3	20.69	0.48	713	812	742	323.40	368.20	336.35	323	368	336
I-1-9-4	21.78	0.51	897	818	708	406.90	370.85	321.10	407	371	321
I-1-9-5	24.01	0.55	758	901	763	343.85	408.75	346.15	344	409	346
I-1-9-6	23.93	0.57	1000	945	740	453.45	428.70	335.85	453	429	336
I-1-9-7	22.77	0.49	818	782	624	371.00	354.85	283.10	371	355	283
I-1-9-8	23.76	0.50	714	863	754	323.90	391.45	341.85	324	391	342
I-1-9-9	23.30	0.47	745	750	577	338.00	340.05	261.90	338	340	262
I-1-9-10	22.77	0.49	782	823	650	354.55	373.30	294.75	355	373	295
I-1-9-11	22.74	0.56	807	802	744	365.85	363.70	337.25	366	364	337
I-1-9-12	23.79	0.52	951	882	643	431.55	399.90	291.45	432	400	291
I-1-9-13	22.94	0.56	795	792	789	360.75	359.40	357.85	361	359	358
I-1-9-14	21.75	0.48	697	852	618	316.30	386.65	280.40	316	387	280
I-1-9-15	23.44	0.54	807	823	680	366.20	373.40	308.35	366	373	308
II-1-9-1	22.30	0.56	1032	958	944	468.20	434.40	428.05	468	434	428
II-1-9-2	23.44	0.53	1089	957	878	494.15	434.25	398.45	494	434	398
II-1-9-3	21.48	0.61	1102	1084	839	499.80	491.65	380.50	500	492	381
II-1-9-4	28.21	0.58	852	918	755	386.25	416.45	342.35	386	416	342
II-1-9-5	22.44	0.55	733	739	723	332.60	335.40	327.75	333	335	328
II-1-9-6	21.35	0.55	849	843	680	384.90	382.40	308.25	385	382	308
II-1-9-7	21.94	0.50	877	800	749	397.95	363.05	339.60	398	363	340
II-1-9-8	21.97	0.49	859	736	692	389.65	333.85	314.10	390	334	314
II-1-9-9	19.78	0.48	738	815	697	334.75	369.60	316.05	335	370	316
II-1-9-10	22.62	0.49	820	770	728	372.15	349.15	330.35	372	349	330
II-1-9-11	24.04	0.51	677	658	626	307.25	298.25	283.80	307	298	284
II-1-9-12	20.21	0.53	888	751	752	402.80	340.60	341.25	403	341	341
II-1-9-13	22.45	0.51	788	769	752	357.50	348.60	340.95	358	349	341
II-1-9-14	23.59	0.59	1002	1018	814	454.45	461.70	369.35	454	462	369
II-1-9-15	19.77	0.49	725	689	697	328.70	312.30	316.10	329	312	316

Tabla 74

Datos obtenidos de laboratorio, ensayo mecánico “**dureza**” de la probeta I-2-9-1, método de inmersión.


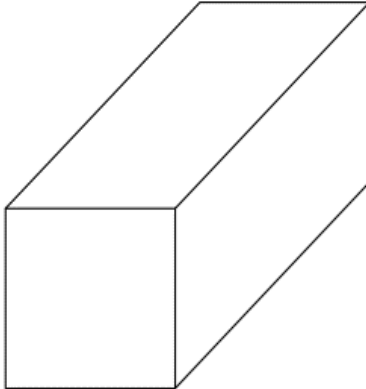
		FORMATO PARA EL ENSAYO DE DUREZA						
NOMBRE COMÚN: Tornillo NOMBRE CIENTÍFICO: Cedrelinga cateniformis FAMILIA: Leguminosae		N° DE ÁRBOL: I PROBETA N°: I-2-9-1 PROCEDENCIA: Santa Fe, Santa María de Nieva						
<p style="text-align: center;">CONDICIÓN:</p> SECA AL AIRE: <input type="text"/> SATURADA: <input checked="" type="text" value="X"/> DURAMEN:.....% LARGO: 15 CMS. ESPESOR: 5 CMS. ANCHO: 5 CMS.		<p style="text-align: center;">DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</p> PESO (): 33.55 GRS. PESO SECO AL HORNO: 29.36 GRS. CONTENIDO DE HUMEDAD: 14.27 % OBSERVACIONES: _____ _____ _____						
								
NORMA TÉCNICA PERUANA 251.015 - 2014 PROYECTO: TESIS EJECUTOR: Ronny Davila & Sergio Sanchez FECHA: 07/09/2021		LADO DE SUPERFICIE (LBS)						
		ENSAYO N°	EXTREMOS		LADOS			
					RADIAL		TANGENCIAL	
		1	427.00	430.00	462.70	525.80	469.80	463.70
		2						
		3						
4								
PROMEDIO								
		PROMEDIO EN EXTREMOS: 428.50 KGS						
		PROMEDIO EN LADOS: 480.50 KGS						

Tabla 75

Contenido de humedad y densidad básica, ensayo mecánico “dureza”, método de inmersión.

CÓDIGO PROBETA	CONTENIDO DE HUMEDAD			DENSIDAD BÁSICA		
	Peso Verde (gr.)	Peso Anhidro (gr.)	Contenido Humedad %	Volumen Saturado (Cm3.)	Peso Anhidro (gr.)	Densidad Básica (gr./Cm3)
I-2-9-1	33.55	29.36	14.27	50.66	29.36	0.58
I-2-9-2	32.40	27.14	19.38	50.70	27.14	0.54
I-2-9-3	33.61	29.84	12.63	50.81	29.84	0.59
I-2-9-4	31.25	27.10	15.31	50.63	27.10	0.54
I-2-9-5	28.64	25.38	12.84	50.92	25.38	0.50
I-2-9-6	31.82	27.56	15.46	50.57	27.56	0.54
I-2-9-7	29.35	26.21	11.98	50.67	26.21	0.52
I-2-9-8	30.98	27.21	13.86	50.74	27.21	0.54
I-2-9-9	31.60	27.75	13.87	50.59	27.75	0.55
I-2-9-10	31.00	27.25	13.76	50.79	27.25	0.54
I-2-9-11	30.78	27.01	13.96	50.95	27.01	0.53
I-2-9-12	33.05	28.76	14.92	50.68	28.76	0.57
I-2-9-13	31.96	26.10	22.45	50.64	26.10	0.52
I-2-9-14	36.83	29.80	23.59	50.49	29.80	0.59
I-2-9-15	29.99	25.04	19.77	50.83	25.04	0.49
II-2-9-1	31.48	27.70	13.65	50.80	27.70	0.55
II-2-9-2	27.80	24.76	12.28	50.21	24.76	0.49
II-2-9-3	29.54	26.46	11.64	50.59	26.46	0.52
II-2-9-4	28.32	25.42	11.41	50.72	25.42	0.50
II-2-9-5	34.27	30.04	14.08	50.57	30.04	0.59
II-2-9-6	28.55	25.50	11.96	50.61	25.50	0.50
II-2-9-7	32.49	29.03	11.92	50.80	29.03	0.57
II-2-9-8	28.97	25.98	11.51	50.70	25.98	0.51
II-2-9-9	32.01	28.55	12.12	50.78	28.55	0.56
II-2-9-10	30.57	26.84	13.90	50.71	26.84	0.53
II-2-9-11	30.54	26.82	13.87	50.66	26.82	0.53
II-2-9-12	30.07	26.99	11.41	50.91	26.99	0.53
II-2-9-13	30.70	26.69	15.02	50.73	26.69	0.53
II-2-9-14	31.14	27.40	13.65	50.80	27.40	0.54
II-2-9-15	29.12	25.89	12.48	50.59	25.89	0.51

Tabla 76*Datos procesados, ensayo mecánico “dureza”, método de inmersión.*

COD. PROB.	CONT. HUM. %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	CARGA (Lbs.)			CARGA (Kg.)			DUREZA JANKA		
			RADIAL	TANG.	EXTREM.	RADIAL	TANG.	EXTREM.	RADIAL	TANG.	EXTREM.
I-2-9-1	14.27	0.58	1090	1029	945	494.25	466.75	428.50	494	467	429
I-2-9-2	19.38	0.54	980	966	712	444.45	437.95	323.10	444	438	323
I-2-9-3	12.63	0.59	1192	1147	1163	540.65	520.30	527.75	541	520	528
I-2-9-4	15.31	0.54	920	994	945	417.45	450.95	428.50	417	451	429
I-2-9-5	12.84	0.50	970	871	911	440.10	394.90	413.15	440	395	413
I-2-9-6	15.46	0.54	900	955	878	408.05	433.15	398.20	408	433	398
I-2-9-7	11.98	0.52	947	816	912	429.45	369.95	413.85	429	370	414
I-2-9-8	13.86	0.54	909	962	915	412.40	436.45	415.10	412	436	415
I-2-9-9	13.87	0.55	902	904	942	409.30	410.00	427.40	409	410	427
I-2-9-10	13.76	0.54	903	931	988	409.50	422.35	448.05	410	422	448
I-2-9-11	13.96	0.53	859	1059	918	389.85	480.45	416.25	390	480	416
I-2-9-12	14.92	0.57	978	989	848	443.65	448.45	384.45	444	448	384
I-2-9-13	22.45	0.52	1240	1157	1042	562.40	524.95	472.75	562	525	473
I-2-9-14	23.59	0.59	948	939	848	429.90	425.70	384.80	430	426	385
I-2-9-15	19.77	0.49	1013	883	797	459.45	400.50	361.55	459	401	362
II-2-9-1	13.65	0.55	1004	1019	917	455.45	462.35	416.05	455	462	416
II-2-9-2	12.28	0.49	944	856	851	428.10	388.45	386.20	428	388	386
II-2-9-3	11.64	0.52	915	1086	791	414.95	492.50	359.00	415	493	359
II-2-9-4	11.41	0.50	906	1036	873	410.75	469.90	396.10	411	470	396
II-2-9-5	14.08	0.59	1195	1138	1021	542.15	516.10	462.95	542	516	463
II-2-9-6	11.96	0.50	997	929	897	452.20	421.20	406.80	452	421	407
II-2-9-7	11.92	0.57	1179	1144	1034	535.00	519.05	469.20	535	519	469
II-2-9-8	11.51	0.51	835	1056	907	378.90	478.95	411.60	379	479	412
II-2-9-9	12.12	0.56	1049	987	1015	475.85	447.55	460.55	476	448	461
II-2-9-10	13.90	0.53	1083	1054	978	491.25	478.00	443.45	491	478	443
II-2-9-11	13.87	0.53	974	1065	911	441.90	483.00	413.25	442	483	413
II-2-9-12	11.41	0.53	1074	1139	975	487.25	516.45	442.05	487	516	442
II-2-9-13	15.02	0.53	966	929	834	438.10	421.25	378.20	438	421	378
II-2-9-14	13.65	0.54	1034	923	940	469.20	418.80	426.35	469	419	426
II-2-9-15	12.48	0.51	1020	1131	863	462.70	512.95	391.25	463	513	391

2.8. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se determinó los datos obtenidos de laboratorio, por lo cual en esta sección se procedió al tratamiento estadísticamente de dichos datos con la finalidad de hallar resultados finales de esta investigación.

2.8.1. Procesos realizados en el tratamiento estadístico de datos

Con los datos de laboratorio encontrados, se continuo con el tratamiento estadístico de la siguiente manera:

a. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico se utilizó el software Microsoft Excel 2016, donde se emplearon fórmulas que se detallan a continuación:

✓ **Desviación estándar (S.D.):**

Es una medida de dispersión o variabilidad de los datos; cuando la variación es bastante, el valor “S.D” es alto, lo que indica una larga y abatida distribución de frecuencias; en cambio cuando los valores se aglomeran alrededor del promedio, el valor de “S.D” es bajo, lo que indica que hay una escasa variabilidad.

La desviación estándar se calculó con la siguiente fórmula:

$$S.D. = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Formula 4: Desviación estándar.

Donde:

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$: Valores individuales de los ensayos.

$\bar{X} = \left(\frac{\sum X}{n}\right)$: Valor promedio de los ensayos.

n : Número de ensayos.

✓ **Coefficiente de variación (C.V.):**

Es una medida de variación relativa, que se define como el cociente entre la desviación estándar y el valor promedio de los ensayos, se expresa de la siguiente manera:

$$C.V. = \frac{S.D.* 100}{\bar{X}}$$

Formula 5: Coeficiente de variación.

✓ **Media aritmética o valor promedio:**

Para datos conglomerados es válida la fórmula expresada a continuación:

$$M(X) = \frac{\sum X}{n}$$

Formula 6: Media aritmética o valor promedio.

Donde:

$M(X)$: Valor promedio de los ensayos.

$\sum X$: Sumatoria de los “n” datos de los ensayos

n : Número de datos que conforman el conglomerado.

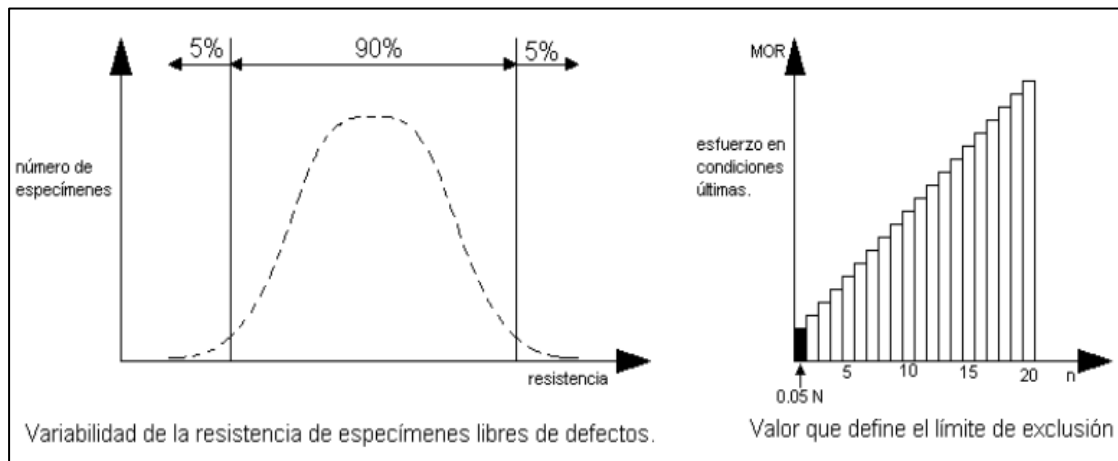
✓ **Límite de exclusión del 5%:**

Según el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, para los resultados relativos a los ensayos que tengan carácter mecánico se debe emplear este indicador, el cual se espera que solo el 5% del total de la población a analizar posea una resistencia menor a este valor.

Este indicador se obtiene ordenando los resultados de los ensayos en forma creciente; el valor que define el límite de exclusión del 5% es el del ensayo número 0.05 N, donde N es el número de probetas ensayadas. Por lo que, se ha adoptado este criterio en lugar de suponer una distribución normal, y poder determinar probabilísticamente el 5° percentil, ya que representa un mejor estimado para toda la población de árboles de la especie y no sólo de los ensayados. (PADT REFORT, 1984).

Figura 30

Explicación y deducción gráfica del límite de exclusión.



Fuente: PADT REFORT, 1984.

b. Resultados

Estos resultados se obtuvieron del ítem 2.6 “*Ensayos de las propiedades físicas*” y 2.7 “*Ensayos de las propiedades mecánicas*”, dentro de lo cual se tendrá en consideración las indicaciones dispuestas en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

c. Elaboración de gráficos y curvas

Después que obtuvimos y seleccionamos los resultados mediante procesamiento estadístico, se elaboraron gráficos para un mejor entendimiento de los resultados finales, además se elaboraron curvas con el fin de pronosticar comportamientos de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, todos estos componentes ayudaron en el análisis de los resultados finales de la presente investigación.

d. Análisis de resultados

Habiendo obtenido los resultados finales, incluidos los gráficos y curvas necesarias; se efectuó un análisis de los mismos, lo cual se basó en describir su naturaleza, precisando sus diferencias más notorias, estableciendo su variación o no variación y determinando sus elementos de correlación.

2.8.2. Procesamiento para propiedades físicas

Las pruebas físicas se realizaron sobre probetas de sección de 3 cm x 3 cm y de longitud de 10 cm, se obtuvieron conservando la trazabilidad para las pruebas físicas, debidamente orientadas y sin ningún daño o defecto presente. Las pruebas físicas se realizaron de acuerdo a la Normas: NTP 251.010 (Contenido de Humedad), NTP 251.011 (Densidad) y NTP 251.012 (Contracción). En la Tabla 77 se presentan las pruebas realizadas con su respectiva normatividad técnica en donde se obtuvo un total de 30 probetas por cada método de curado, haciendo un total de 60 probetas por cada prueba física.

Tabla 77

Datos obtenidos, Normas técnicas y especificaciones para la obtención de pruebas físicas.

Propiedad Física	Método de Curado	Prueba	Indicador	Abrev.	Valor	Norma
Contenido de Humedad	Pincelado	Contenido de Humedad (%)	Media Aritmética	M(X)	17.548	NTP 251.010
			Desviación Estándar	S(D.)	1.238	
			Coficiente de Variación	C.V%	7.053	
	Inmersión	Contenido de Humedad (%)	Media Aritmética	M(X)	15.066	
			Desviación Estándar	S(D.)	1.111	
			Coficiente de Variación	C.V%	7.373	
Densidad	Pincelado	Densidad Saturada (gr/cm ³)	Media Aritmética	M(X)	0.964	NTP 251.011
			Desviación Estándar	S(D.)	0.045	
			Coficiente de Variación	C.V%	4.670	
			Media Aritmética	M(X)	0.600	

Propiedad Física	Método de Curado	Prueba	Indicador	Abrev.	Valor	Norma			
		Densidad Verde (gr/cm ³)	Desviación Estándar	S(D.)	0.041				
			Coficiente de Variación	C.V%	6.772				
		Densidad Anhidra	Media Aritmética	M(X)	0.544				
			Desviación Estándar	S(D.)	0.037				
			Coficiente de Variación	C.V%	6.759				
		Densidad Básica	Media Aritmética	M(X)	0.478				
			Desviación Estándar	S(D.)	0.031				
			Coficiente de Variación	C.V%	6.561				
		Inmersión	Densidad Saturada (gr/cm ³)	Media Aritmética	M(X)		0.966		
	Desviación Estándar			S(D.)	0.044				
	Coficiente de Variación			C.V%	4.585				
	Densidad Verde (gr/cm ³)		Media Aritmética	M(X)	0.604				
			Desviación Estándar	S(D.)	0.031				
			Coficiente de Variación	C.V%	5.148				
	Densidad Anhidra		Media Aritmética	M(X)	0.548				
			Desviación Estándar	S(D.)	0.034				
			Coficiente de Variación	C.V%	6.266				
	Densidad Básica		Media Aritmética	M(X)	0.484				
			Desviación Estándar	S(D.)	0.030				
			Coficiente de Variación	C.V%	6.181				
	Contracción		Pincelado	Contracción Tangencial	Media Aritmética		M(X)	7.314	NTP 251.012
					Desviación Estándar		S(D.)	1.487	
					Coficiente de Variación		C.V%	20.330	
		Contracción Radial		Media Aritmética	M(X)		4.881		
Desviación Estándar				S(D.)	0.797				
Coficiente de Variación				C.V%	16.334				
Contracción Longitudinal		Media Aritmética		M(X)	0.335				
		Desviación Estándar		S(D.)	0.241				
		Coficiente de Variación		C.V%	71.957				
Contracción Volumétrica		Media Aritmética	M(X)	12.530					
		Desviación Estándar	S(D.)	1.615					
		Coficiente de Variación	C.V%	12.888					
Inmersión		Contracción Tangencial	Media Aritmética	M(X)	6.301				
			Desviación Estándar	S(D.)	1.393				
			Coficiente de Variación	C.V%	22.110				
		Media Aritmética	M(X)	5.422					
		Desviación Estándar	S(D.)	0.775					

Propiedad Física	Método de Curado	Prueba	Indicador	Abrev.	Valor	Norma
		Contracción Radial	Coficiente de Variación	C.V%	13.918	
		Contracción Longitudinal	Media Aritmética	M(X)	0.341	
	Desviación Estándar		S(D.)	0.215		
	Coficiente de Variación		C.V%	62.944		
		Contracción Volumétrica	Media Aritmética	M(X)	12.064	
	Desviación Estándar		S(D.)	1.483		
	Coficiente de Variación		C.V%	12.294		

2.8.3. Procesamiento para propiedades mecánicas

El procesamiento de resultados relativos a las propiedades mecánicas difiere del procesamiento de resultados de las propiedades físicas en lo siguiente:

- a. Para el caso de las propiedades mecánicas se cuenta con tabulaciones y curvas de comportamiento Esfuerzo vs. Deformación Unitaria; las cuales se muestran en el anexo 5.
- b. Las tabulaciones, modelamientos y curvas elaboradas (Ver anexo 5) nos sirvieron para determinar y construir “modelamientos matemáticos de comportamiento promedio elástico y plástico dentro del sistema cartesiano Esfuerzo VS Deformación Unitaria”.
- c. Los resultados que se obtengan de las “curvas de comportamiento promedio” serán contrastados con los resultados que se obtengan del procesamiento estadístico.

Se elaboraron “curvas de comportamiento promedio” para los ensayos de: compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, tracción paralela a la fibra y flexión estática; y su construcción tuvo la secuencia que se describe a continuación:

- ✓ Para cada uno de los ensayos especificados en el párrafo anterior, valiéndonos de los modelamientos matemáticos, los puntos de proporcionalidad elástica, de rotura y las tabulaciones elaboradas; se construyó una “tabla general” donde se consignaron los puntos relativos a las tabulaciones por ensayo elaboradas en el anexo 5, de acuerdo al siguiente procedimiento:
 - Toda curva de comportamiento mecánico parte del punto (0,0), en su tramo elástico se comporta como una función lineal hasta el punto de proporcionalidad elástica a partir del cual comienza el tramo plástico cambiando su comportamiento a una función cuadrática o cúbica hasta su rotura.

- De acuerdo a lo anterior se diseñó una nueva tabulación para cada ensayo con 31 puntos de la forma (X, Y), donde los puntos comprendidos entre el N°1 y el N°11 corresponden al tramo elástico y los puntos comprendidos entre el N°11 y el N°31 corresponden al tramo plástico.
- En concordancia a las tabulaciones del anexo 5, le asignamos al punto N° 1 el valor de “(0,0)”; al punto N° 11 le asignamos el valor correspondiente al punto de proporcionalidad elástica y a los puntos intermedios (N° 2, N° 3, N° 4, N° 5, N° 6, N° 7, N° 8, N° 9 y N° 10) se les asignó un valor representado por la expresión: “(X_n,Y_n)”, el cuál fue generado por las siguientes expresiones:
- Finalmente, los valores de los puntos N° 12 al N° 31; son los correspondientes a los puntos del tramo plástico de las tabulaciones ejecutadas anteriormente para cada ensayo.
 - Una vez consignados todos los valores en la “tabla general”, se procedió a determinar el promedio de los “X” y el promedio de los “Y” de cada punto con la finalidad de obtener una “**tabulación promedio**” cuya materialización de la curva correspondiente exprese el comportamiento promedio de todas las probetas para un determinado tipo de ensayo.
 - Obtenida la tabulación de valores promedio para cada punto procedimos a construir la gráfica “Esfuerzo VS Deformación Unitaria” (promedio).
 - Una vez construida la gráfica se ajustaron las curvas obtenidas mediante las regresiones correspondientes y se determinaron las funciones de comportamiento promedio relativos a cada tramo de la propiedad mecánica correspondiente.
 - Al graficar las funciones promedio relativas a cada tramo, la función lineal no intersecaba al sistema Esfuerzo VS Deformación Unitaria en el punto (0,0), sino más bien existía un desfase diferencial, nosotros consideramos que ese error fue producido por el redondeo de los promedios respectivos para cada caso; es por eso que aplicando los criterios establecidos en el anexo 5 se trasladaron horizontalmente dichas curvas, obteniéndose las funciones de comportamiento promedio ajustadas para cada tramo de la propiedad mecánica correspondiente; así mismo se determinó el punto en el límite proporcional y el punto de rotura para cada caso.

- Finalmente se realizó la tabulación final e inmediatamente se construyeron las curvas que determinarían el comportamiento promedio para la respectiva propiedad mecánica del grupo de probetas correspondiente; así mismo se compararon las curvas relativas de las especies *Cedrelinga cateniformis* e *Inga sp.*

✓ **Bases para el análisis de resultados para ensayos de carácter mecánico:**

El Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, en su Sección III “Diseño Estructural” establece que el diseño de los elementos de madera debe hacerse para cargas de servicio o MÉTODO DE ESFUERZOS ADMISIBLES, donde se debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Requisitos de Resistencia.** Los elementos estructurales deben diseñarse para que los esfuerzos aplicados, producidos por las cargas de servicio, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del material.

$$\text{ESFUERZOS APLICADOS} < \text{ESFUERZOS ADMISIBLES}$$

- b. Requisitos de Rigidez.** Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio. Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores o iguales que las admisibles.

$$\text{DEFORMACIONES} < \text{DEFORMACIONES ADMISIBLES}$$

Con referencia a lo anterior el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino ha elaborado varias tablas aplicables exclusivamente a madera estructural que cumpla en su totalidad con la norma de clasificación visual, en las cuales se establecen los valores de los esfuerzos admisibles para maderas de cada grupo estructural.

En la sección 1.5.1 (Módulo de Elasticidad MOE), del mismo manual establece que se tomará el valor del módulo de elasticidad relativo a Flexión Estática como el genérico de la especie, por ser las deflexiones en elementos a flexión el criterio básico en su dimensionamiento. Así mismo el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino al igual que para el caso de esfuerzos admisibles, también ha elaborado varias tablas en las cuáles se establecen los valores promedio y mínimo del módulo de elasticidad para maderas de cada grupo estructural; aplicable a

elementos en flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras. Para cada grupo se presentan dos valores, en general deberá utilizarse el indicado como Emin. El valor Epromedio deberá utilizarse sólo cuando exista una acción de conjunto garantizada, como en el caso de viguetas y entablados.

Hechas las consideraciones anteriores, en nuestra investigación, para las propiedades mecánicas se incidirá en el análisis de los valores mínimos y promedios relativo al Esfuerzo Admisible y al Módulo de elasticidad MOE (módulo de Young E).

Las pruebas mecánicas se realizaron sobre probetas, las cuales se obtuvieron conservando la trazabilidad para las pruebas mecánicas, debidamente orientadas y sin ningún daño o defecto presente. Las pruebas mecánicas se realizaron de acuerdo a la Normas: NTP 251.014 (Compresión paralela a la fibra), NTP 251.016 (Compresión perpendicular a la fibra), NORMA ASTM D 143-94 (Tracción paralela a la fibra), NTP 251.017 (Flexión Estática), NTP 251.013 (Corte paralelo a la fibra) y NTP 251.015 (Dureza). En la Tabla 78 se presentan las pruebas realizadas con su respectiva normatividad técnica, dimensiones de probetas y los resultados obtenidos; en donde se obtuvo un total de 30 probetas por cada método de curado, haciendo un total de 60 probetas por cada prueba física.

Tabla 78

Datos obtenidos, Normas técnicas y especificaciones para la obtención de pruebas mecánicas.

Propiedad Mecánica	Método de Curado	Variable		Total	Dimensiones		
					A (cm)	B (cm)	C (cm)
Compresión Paralela a la Fibra – NTP 251.014	Pincelado	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	260.79228	20	5	5
			CV %	12.074	20	5	5
		Esfuerzo de Rotura	Media	300.92611	20	5	5
			CV %	12.181	20	5	5
		Módulo de Elasticidad	Media	21506.262	20	5	5
			CV %	13.208	20	5	5
	Esfuerzo Admisible	Media	150.463	20	5	5	
		CV %	12.181	20	5	5	
	Inmersión	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	344.09379	20	5	5
			CV %	10.210	20	5	5
		Esfuerzo de Rotura	Media	383.09481	20	5	5
			CV %	7.984	20	5	5

Propiedad Mecánica	Método de Curado	Variable		Total	Dimensiones		
					A (cm)	B (cm)	C (cm)
		Módulo de Elasticidad	Media	24246.152	20	5	5
			CV %	7.590	20	5	5
		Esfuerzo Admisible	Media	191.547	20	5	5
			CV %	7.984	20	5	5
Compresión Perpendicular a la Fibra – NTP 251.016	Pincelado	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	56.33116	15	5	5
			CV %	15.204	15	5	5
		Módulo de Elasticidad	Media	3077.986	15	5	5
			CV %	21.995	15	5	5
	Esfuerzo Admisible	Media	35.207	15	5	5	
		CV %	15.204	15	5	5	
	Inmersión	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	68.12175	15	5	5
			CV %	14.597	15	5	5
		Módulo de Elasticidad	Media	3875.593	15	5	5
			CV %	15.180	15	5	5
		Esfuerzo Admisible	Media	42.576	15	5	5
			CV %	14.597	15	5	5
Tracción Paralela a la Fibra – NORMA ASTM D 143-94	Pincelado	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	759.64175	46	2.5	2.5
			CV %	16.541	46	2.5	2.5
		Esfuerzo de Rotura	Media	835.07374	46	2.5	2.5
			CV %	13.693	46	2.5	2.5
		Módulo de Elasticidad	Media	270430.989	46	2.5	2.5
			CV %	19.063	46	2.5	2.5
	Esfuerzo Admisible	Media	261.414	46	2.5	2.5	
		CV %	13.693	46	2.5	2.5	
	Inmersión	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	670.54531	46	2.5	2.5
			CV %	28.349	46	2.5	2.5
		Esfuerzo de Rotura	Media	772.56641	46	2.5	2.5
			CV %	26.897	46	2.5	2.5
		Módulo de Elasticidad	Media	256873.410	46	2.5	2.5
			CV %	22.034	46	2.5	2.5
	Esfuerzo Admisible	Media	241.847	46	2.5	2.5	
		CV %	26.897	46	2.5	2.5	
Flexión Estática – NTP 251.017	Pincelado	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	370.66178	75	5	5
			CV %	10.149	75	5	5
		Esfuerzo de Rotura	Media	579.73451	75	5	5
			CV %	10.501	75	5	5
		Módulo de Elasticidad	Media	90359.444	75	5	5
			CV %	10.037	75	5	5
		Esfuerzo Admisible	Media	181.482	75	5	5
			CV %	10.501	75	5	5

Propiedad Mecánica	Método de Curado	Variable		Total	Dimensiones				
					A (cm)	B (cm)	C (cm)		
	Inmersión	Esfuerzo en Lim. Prop.	Media	439.73777	75	5	5		
			CV %	23.816	75	5	5		
		Esfuerzo de Rotura	Media	665.98604	75	5	5		
			CV %	14.858	75	5	5		
		Módulo de Elasticidad	Media	97842.833	75	5	5		
			CV %	13.482	75	5	5		
		Esfuerzo Admisible	Media	208.483	75	5	5		
			CV %	14.858	75	5	5		
		Corte Paralelo a la Fibra – NTP 251.013	Pincelado	Esfuerzo de Corte	Media	62.392	5	5	6.3
					CV %	10.600	5	5	6.3
				Esfuerzo Admisible	Media	15.598	5	5	6.3
					CV %	10.600	5	5	6.3
Inmersión	Esfuerzo de Corte		Media	76.503	5	5	6.3		
			CV %	11.956	5	5	6.3		
	Esfuerzo Admisible		Media	19.126	5	5	6.3		
			CV %	10.600	5	5	6.3		
Dureza – NTP 251.015	Pincelado	Dureza en Lados	Media	381.744	15	5	5		
			CV %	12.056	15	5	5		
		Dureza en Extremos	Media	329.330	15	5	5		
			CV %	10.716	15	5	5		
	Inmersión	Dureza en Lados	Media	453.732	15	5	5		
			CV %	8.770	15	5	5		
		Dureza en Extremos	Media	416.880	15	5	5		
			CV %	9.584	15	5	5		

2.9. DISEÑO DE UNA ARMADURA, CON RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ESPECIE MADERABLE *Cedrelinga cateniformis*

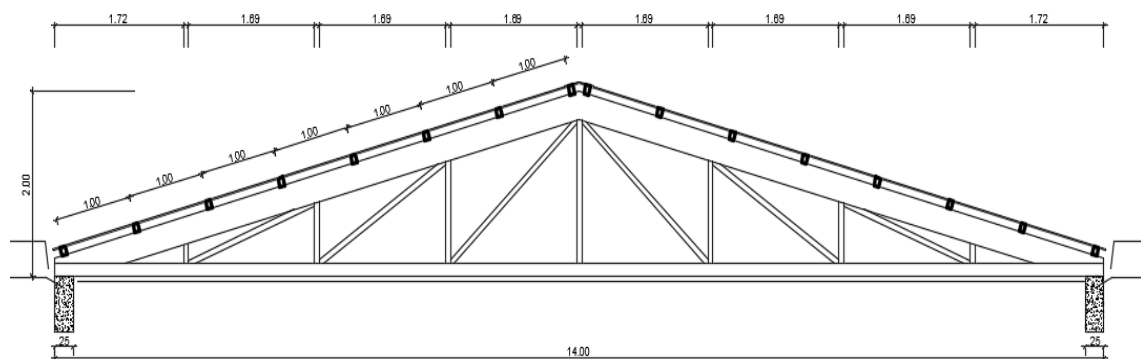
Modelamiento de una armadura, mediante el software SAP 2000 para la especie maderable estudiada con la aplicación de grasa de vacuno; donde se observó el comportamiento estructural de cada uno de los elementos de la armadura diseñada, para determinar los resultados finales que se obtuvo en la investigación.

Se utilizó este Software, ya que Espinoza & Macavilca (2018) corroboraron que el modelado de un tijeral de madera (en su caso Chontaquiro) en el software SAP 2000, presentó resultados confiables que cumplen con los requisitos de las normas E-010 (Madera) y E-020 (Cargas).

a. Detalle y dimensiones de la estructura a diseñar

Figura 31

Sistema de cubierta en elevación.



Dimensiones:

- Luz (L) = 14.00 m.
- Altura = 2.00 m.
- Angulo de inclinación = 15.95°.
- Ancho tributario = 2.31 m.
- Altura sobre el terreno = 5.60 m.

b. Análisis de cargas actuantes en la armadura

Normas empleadas para el diseño de los elementos de la armadura

✓ Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú) – Normas Técnicas de Edificaciones (N.T.E):

- N.T.E (E.010): Madera
- N.T.E (E.020): Cargas

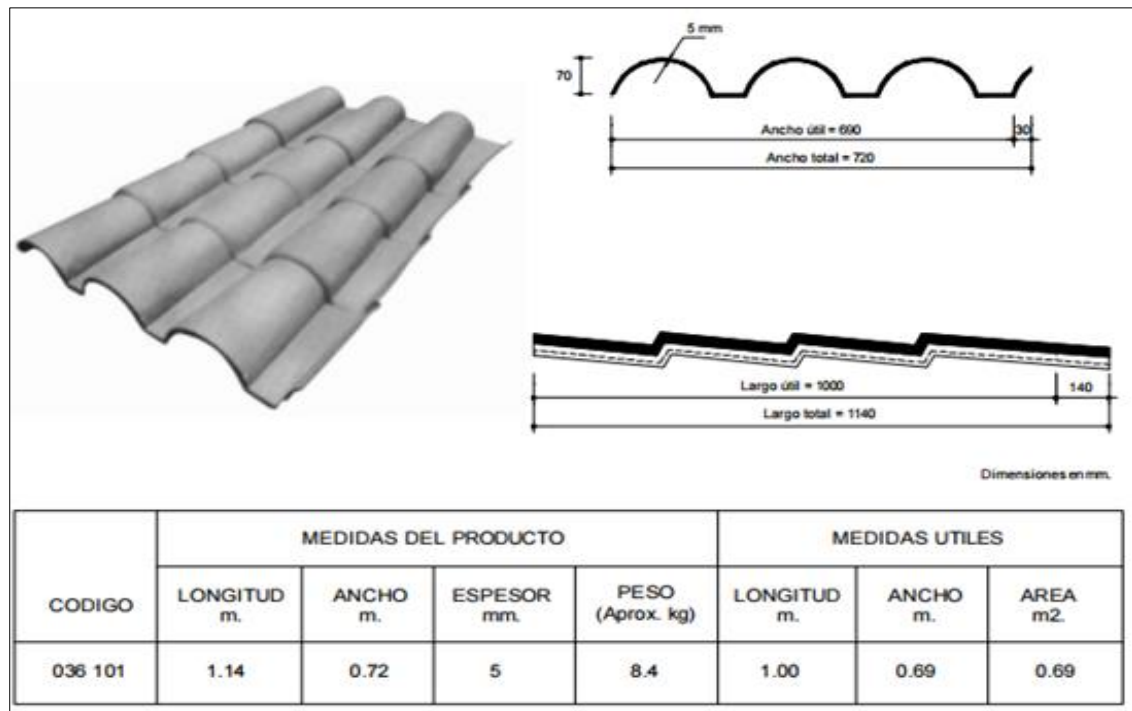
- ✓ Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. Junta del Acuerdo de Cartagena PADT - REFORT.

c. Metrado de cargas

- ✓ Cobertura: (Teja andina 1.14 x 0.72, espesor 5mm).

Figura 32

Detalle de cobertura.



$$\text{Peso unitario} = \frac{8.40 \text{ kg}}{1.00 \text{ m} \times 0.69 \text{ m}} = 12.174 \text{ kg/m}^2$$

d. Estados de cargas

- ✓ **Carga muerta:** El valor de las cargas muertas empleadas comprende el peso propio de los elementos (armaduras de madera, correas, arriostres, planchas, etc), según características de los materiales.

$$\text{Cobertura de teja andina} = 12.174 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Falso cielo raso y luminarias} = 00.000 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta (Cm o Wm)} = 12.174 \text{ kg/m}^2$$

- ✓ **Carga viva:** el valor de la carga viva empleada es de 30.000 kg/m^2 (coberturas), según especificaciones de la NTP E-020, Artículo 7.

$$\text{Carga viva (Cv o S/C)} = 30.00 \text{ kg/m}^2$$

✓ **Carga de viento:**

- **Velocidad de diseño (Vh):** La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (según Mapa Eólico del Perú). La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$Vh = V x \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

Donde:

Vh = Velocidad de diseño en la altura h (km/h).

V = Velocidad de diseño hasta 10 m (E.020) = 75.00 km/h.

H = Altura sobre el terreno. = 5.60 m.

$$Vh = 75 x \left(\frac{5.60}{10} \right)^{0.22}$$

$$Vh = 66.018 \text{ km/h}$$

- **Carga exterior de viento (Ph):** La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$Ph = 0.005 x C x (Vh)^2$$

Donde:

Ph = Presión del viento a una altura h (kg/m^2).

C = Factor de Forma (E.020).

Vh = Velocidad de diseño en la altura h.

Tabla 79

Factores de forma (C).

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	±0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3 -0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7 -0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales ó inclinadas(planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Fuente: RNE – E.020. Cargas.

- **Barlovento:**

Cuando: $C = +0.70$

$$Ph = 0.005 \times 0.70 \times (66.02)^2$$

$$Ph = 15.254 \text{ kg/m}^2$$

Cuando: $C = -0.30$

$$Ph = 0.005 \times -0.30 \times (66.02)^2$$

$$Ph = -6.538 \text{ kg/m}^2$$

- **Sotavento:**

Cuando: $C = -0.60$

$$Ph = 0.005 \times -0.60 \times (66.02)^2$$

$$Ph = -13.075 \text{ kg/m}^2$$

Las envolventes de diseño serán lo estipulado por la norma E.020 para diseño por esfuerzos admisibles.

e. Cargas por cada armadura

✓ **Transferencia de cargas de viento:**

- **Barlovento:**

Presión: $Ph = 15.254 \text{ kg/m}^2$

Ancho tributario: $At = 2.31 \text{ m}$

$$P = 15.254 \text{ kg/m}^2 \times 2.31 \text{ m}$$

$$P = 35.238 \text{ kg/m}$$

Succión: $Ph = -6.538 \text{ kg/m}^2$

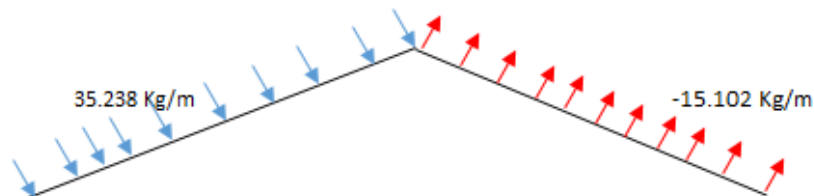
Ancho tributario: $At = 2.31 \text{ m}$

$$P = -6.538 \text{ kg/m}^2 \times 2.31 \text{ m}$$

$$Ph = -15.102 \text{ kg/m}^2$$

Figura 33

Transferencia de cargas por viento - Barlovento.



- **Sotavento:**

Succión: $Ph = -13.075 \text{ kg/m}^2$

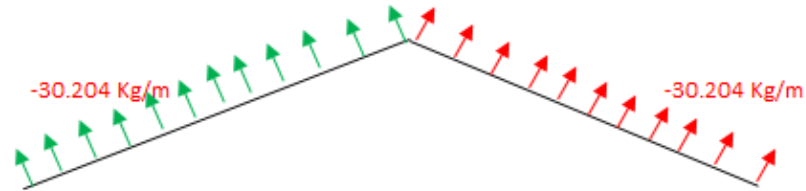
Ancho tributario: $At = 2.31 \text{ m}$

$$P = -13.075 \text{ kg/m}^2 \times 2.31 \text{ m}$$

$$Ph = -30.204 \text{ kg/m}^2$$

Figura 34

Transferencia de cargas por viento - Sotavento.



2.9.1. Diseño de la armadura, con resultados obtenidos de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* preservada con grasa de vacuno por el método de pincelado

Se diseñó los elementos de armaduras de cubierta, se utilizó madera *Cedrelinga cateniformis*, la cual fue curada con grasa de vacuno, por el método de pincelado.

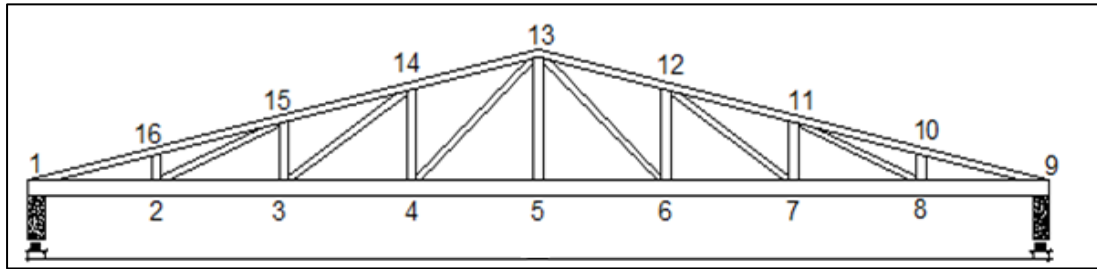
a. Propiedades de la madera *Cedrelinga cateniformis* preservada con grasa de vacuno por el método de pincelado obtenidas en el laboratorio

- Grupo de madera = C
- Esfuerzo Admisible Promedio por Flexión Estática (Fb) = 181.482 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Tracción paralela (Ft//) = 261.414 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión paralela (Fc//) = 150.463 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión perpendicular (Fm) = 35.207 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Corte paralelo (Fv) = 15.598 kg/cm².
- Módulo de elasticidad (E) = 90359.444 kg/cm².
- Peso específico = 0.478 Tn-f/m³.

b. Diseño de elementos estructurales para la madera *Cedrelinga cateniformis* curada con grasa de vacuno por el método de pincelado

Figura 35

Elementos de la armadura.



• **Diseño de correas (viguetas)**

✓ **Para elementos simplemente apoyados**

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Esfuerzo Admisible Promedio por Flexión Estática (F_b) = 181.482 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Corte paralelo (F_v) = 15.598 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión perpendicular (F_m) = 35.207 kg/cm².
- Peso específico (Pesp.) = 0.478 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 90,359.444 kg/cm².
- Carga muerta (W_m) = 12.174 kg/cm².
- Carga viva (S/C) = 30.00 kg/cm².
- Ancho tributario (L) = 2.310 m.
- S = 1.000 m.

Sección: La base de la sección se adoptó a una dimensión comercial.

Figura 36

Sección adoptada en correas - método de pincelado.



Cálculo de Momento Flector y Fuerza Cortante:

- Carga distribuida (W):

$$W = W_m + S/C$$

$$W = \left(12.174 \frac{kg}{m^2} + 30.000 \frac{kg}{m^2}\right) \times 1.000 \text{ m}$$

$$W = 42.174 \text{ kg/m}$$

- Momento Flector (M):

$$M = W \times \frac{L^2}{8}$$

$$M = 42.174 \frac{kg}{m} \times \frac{(2.310m)^2}{8}$$

$$M = 28.131 \text{ kg.m}$$

- Fuerza cortante (F_c):

$$F_c = W \times \frac{L}{2}$$

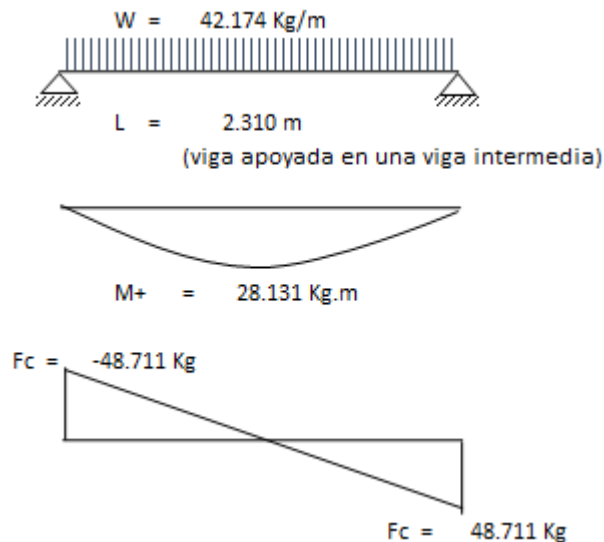
$$F_c = 42.174 \frac{kg}{m} \times \frac{2.310m}{2}$$

$$F_c = \pm 48.711 \text{ kg}$$

- Diagrama de Momento Flector y Fuerza cortante.

Figura 37

Diagrama de momento flector y fuerza cortante en correas – método de pincelado.



- ✓ Módulo de sección requerido:

- Por Flexión (S_x):

$$S_x = \frac{M}{F_b}$$

$$S_x = \frac{2813.05 \text{ kg.cm}}{181.48 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S_x = 15.500 \text{ cm}^3$$

Adoptamos: $t = 9.00 \text{ cm}$

La sección es: $b = 0.05 \text{ m}$ $t = 0.09 \text{ m}$; $P_{\text{esp}} = 478.00 \text{ kg-f/m}^3$

- Peso Propio (P_p):

$$P_p = b \times t \times P_{\text{esp}}$$

$$P_p = 0.05 \text{ m} \times 0.09 \text{ m} \times 478.00 \text{ kg/m}^3$$

$$P_p = 2.151 \text{ kg/m}$$

- Momento + P_p (M_m):

$$M_m = P_p \times \frac{L^2}{8}$$

$$M_m = 2.151 \text{ kg/m} \times \frac{(2.310 \text{ m})^2}{8}$$

$$M_m = 1.435 \text{ kg.m}$$

- Momento total (M_t):

$$M_t = M_+ + M_m$$

$$M_t = 28.131 \text{ kg.m} + 1.435 \text{ kg.m}$$

$$M_t = 2956.527 \text{ kg.cm}$$

Verificación de sección rectangular transversal (S_t): Modulo de sección con respecto al eje al rededor del cual se produce la flexión

$$S_t = \frac{b \times t^2}{6}$$

$S_x < S_t \rightarrow$ **Seccion es aceptable**

$$S_x = \frac{M_t}{F_b}$$

$$S_x = \frac{2956.527 \text{ kg.cm}}{181.482 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S_x = 16.291 \text{ cm}^3$$

$$S_t = \frac{5.00 \text{ cm} \times (9.00 \text{ cm})^2}{6}$$

$$S_t = 67.500 \text{ cm}^3$$

$S_x = 16.291 \text{ cm}^3 < S_t = 67.500 \text{ cm}^3 \rightarrow$ **seccion aceptable**

• Por deflexión (δ_D):

$$\delta_D = \frac{5 \times W D \times L^4}{384 \times E \times I}$$

Para carga muerta (WD):

$$W_m = 12.174 \text{ kg/m}^2; S = 1.000 \text{ m}; P_p = 2.151 \text{ kg/m}$$

$$WD = W_m \times S + P_p$$

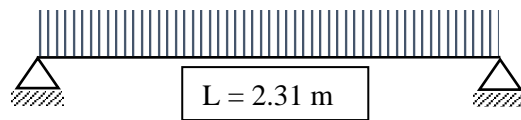
$$WD = 12.174 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1.000 \text{ m} + 2.151 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$WD = 14.325 \text{ kg/m}$$

$$WD = 14.325 \text{ kg/m}$$

Figura 38

Diagrama de carga muerta - deflexión - método de pincelado.



Entonces reemplazando en δ_D :

$$\delta_D = \frac{5 \times 14.325 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times (231 \text{ cm})^4}{384 \times 90,359.44 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{5.00 \text{ cm} \times (9.00 \text{ cm})^3}{12}}$$

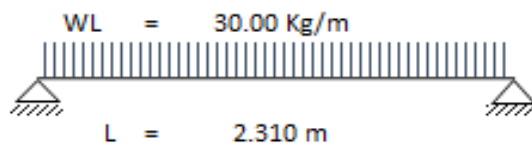
$$\delta_D = 0.194 \text{ cm}$$

Para carga viva (WL):

$$WL = 30.000 \text{ kg/m}$$

Figura 39

Diagrama de carga viva - deflexión - método de pincelado.



Entonces reemplazando en δ_L :

$$\delta_L = \frac{5 \times 30.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times (231 \text{ cm})^4}{384 \times 90,359.44 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{5.00 \text{ cm} \times (9.00 \text{ cm})^3}{12}}$$

$$\delta_L = 0.405 \text{ cm}$$

Verificación deflexiones (δ_{max}):

Tabla 80*Deflexiones máximas permisibles.*

Carga actuante	Con cielo raso de yeso	Sin cielo raso de yeso	Techos inclinados y edificaciones industriales
Carga permanente + S/C	L/300	L/250	L/200
S/C	$L/350 \leq 1.3 \text{ cm}$	$L/350 \leq 1.3 \text{ cm}$	L/350

Cuando las cargas son de aplicación continua, como es el caso de las cargas permanentes y algunos tipos de sobrecarga, las deformaciones de los elementos sometidos a flexión se incrementan con el tiempo.

Puede considerarse que en promedio las deflexiones diferidas son un 80% de las correspondientes deflexiones instantáneas.

$$\delta_{max} = \frac{L}{250} = \frac{231}{250} = 0.924 \text{ cm}$$

$$\delta_{max.viva} = \frac{L}{350} < 1.3 \text{ cm}; \frac{231}{350} = 0.660 \text{ cm} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_L < \delta_{max.viva} \rightarrow \text{acceptable}$$

- Deflexión total (δ_t): $\delta_t = 1.8 \times \delta_D + \delta_L$

$$\delta_t = 1.8 \times 0.194 \text{ cm} + 0.405 \text{ cm}$$

$$\delta_t = 0.754 \text{ cm}$$

- Verificación de deflexión:

$$\delta_t < \delta_{max} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_t = 0.754 < \delta_{max} = 0.924 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Flexión total (Fb): $Fb = \frac{M}{S_x} < Fm_{madera}$

$$Fb = \frac{2956.527 \text{ kg.cm}}{67.500 \text{ cm}^3}$$

$$Fb = 43.800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 181.48 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Cortante (Fv):

$$Fv = 1.5 \times \frac{V}{b \times t} < Fv_{madera}$$

$$V = Fc + \frac{WD \times L}{2} = 48.711 + \frac{14.325 \times 2.310}{2}$$

$$V = 65.256 \text{ kg}$$

$$Fv = 1.5 \times \frac{65.256 \text{ kg}}{5.00 \text{ cm} \times 9.00 \text{ cm}}$$

$$Fv = 2.175 \text{ kg/cm}^2 < 15.60 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Longitud del apoyo:

$$\frac{R}{b \times a} < Fm$$

Despejando "a": $\frac{R}{b \times Fm} < a$

$$a > \frac{R}{b \times Fm}$$

$$R = Fc + \frac{Pp \times L}{2}$$

$$R = 48.711 + \frac{2.151 \times 2.310}{2}$$

$$R = 51.195 \text{ kg}$$

$Fm = 35.21 \text{ kg/cm}^2$; $b = 5 \text{ cm}$, $R = 51.195 \text{ kg}$.

Reemplazando en "a":

$$a > \frac{51.195 \text{ kg}}{5.00 \text{ cm} \times 35.21 \text{ kg/cm}^2}$$

$$a > 0.291 \text{ cm}$$

✓ **Estabilidad Lateral:**

Tabla 81

Estabilidad Lateral.

h/b	REQUISITO
2	no necesita apoyo lateral
3	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos (traslación y rotación)
4	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos: elemento mantenido en posición por correas y viguetas
5	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos: borde en compresión conectado directamente con entablado o viguetas
6	Adicionalmente a los requisitos para h/b=5, colocar arriostramiento cruzado entre elementos a distancias menores que 8 veces su ancho.

$$\boxed{h=t} \Rightarrow \frac{h}{b} = \frac{9}{5} = 1.800 \therefore \text{no necesita apoyo lateral}$$

\therefore **Sección (5.00 x 9.00)cm. adecuada**

Para elementos Simplemente apoyados.

c. Modelado en el software Sap2000 para la obtención de envolventes y momentos.

Figura 40

*Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie maderable **Cedrelinga Cateniformis** curada con Grasa de Vacuno por el Método de Pincelado.*

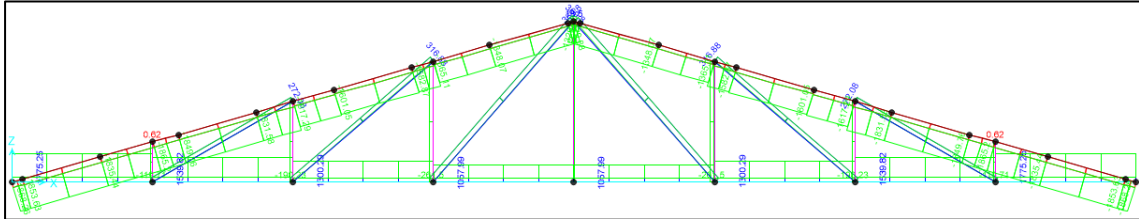


Tabla 82

Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap2000 para el Método del Pincelado.

BRIDA SUPERIOR E INFERIOR			MONTANTE			DIAGONALES		
Barra	Envolvente (Kg)	Momento (Kg.cm)	Barra	Envolvente (Kg)	Momento (Kg.cm)	Barra	Envolvente (Kg)	Momento (Kg.cm)
1-16	-1868.26	2892.13	2-16	-119.71	0.00	2-15	272.08	81.58
16-15	-1865.20	2626.00	3-15	-190.23	0.00	3-14	316.88	93.29
15-14	-1617.29	2742.43	4-14	-261.50	0.00	4-13	369.80	107.57
14-13	-1365.11	2882.62	5-13	18.50	0.00	13-6	369.80	107.57
13-12	-1365.11	2882.62	6-12	-261.50	0.00	12-7	316.88	93.29
12-11	-1617.29	2742.43	7-11	-190.23	0.00	11-8	272.08	81.58
11-10	-1865.20	2626.00	8-10	-119.71	0.00			
10-9	-1868.26	2892.13						
1-2	1775.25	283.33						
2-3	1539.82	283.33						
3-4	1300.29	283.33						
4-5	1057.99	283.33						
5-6	1057.99	283.33						
6-7	1300.29	283.33						
7-8	1539.82	283.33						
8-9	1775.25	283.33						

d. Diseño de elementos a sometidos a flexocompresión

Diseño para las barras: (barra 1-16)

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Esfuerzo Admisible Promedio por Flexión Estática (Fb) = 181.482 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión paralela (Fc//) = 150.463 kg/cm².

- Peso específico (Pesp.) = 0.478 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 90,359.444 kg/cm².
- Carga (P) Sap2000 = 1,868.26 kg.
- Momento (M) Sap2000 = 2,892.13 Kg.cm.
- Longitud de barra (L) = 1.81 m.

e. Compresión pura

- **Sección rectangular**

Longitud efectiva (L_{ef}): se considera que para elementos de montante o diagonal la fórmula de la Longitud Efectiva es: $L_{ef} = 0.8 \times L$ según la TABLA 11.1 LONGITUD EFECTIVA del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

$$L_{ef} = 0.8 \times 181 \text{ cm}$$

$$L_{ef} = 144.80 \text{ cm}$$

Predimensionamiento:

$$d \geq \frac{K \times L_{ef}}{50}$$

Tabla 83

Valores de K de acuerdo al tipo de restricción.

1.00	1.20	1.50	2.00	2.00

Fuente: RNE. E 0.10 Madera.

Para apoyos articulados en ambos extremos el $K=1.00$, reemplazando en “d” tenemos lo siguiente:

$$d \geq \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{50} = 2.896 \text{ cm}$$

Adoptando una sección:

Figura 41

Sección adoptada en bridas superiores - método de pincelado.



- **Esbeltez:**

$$\lambda = \frac{K \times L_{ef}}{d}$$

$$\lambda = \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{2.896 \text{ cm}}$$

$$\lambda = 22.277$$

- **Clasificación de columnas:**

Tabla 84

Valores de C_k .

GRUPO	SECC. RECTANGULARES		SECC. CIRCULARES	
	COLUMNAS	ENTRAMADOS	COLUMNAS	ENTRAMADOS
A	17.98	20.06	15.57	17.34
B	18.31	20.20	15.89	17.89
C	18.42	22.47	15.95	19.46
BAMBÚ			60.72	69.27

Fuente: RNE – E.010: Madera

Entonces para nuestra madera *Cedrelinga Cateniformis* que se encuentra en el grupo C el valor de $C_k = 18.42$.

Tabla 85

Clasificación de columnas.

TIPO	RECTANGULARES		
	$d \geq KL/50$		
Corta	λ	<	10
Intermedia	10	<	$\lambda < C_k$
Larga	C_k	<	$\lambda < 50$

Fuente: RNE – E.010: Madera.

- f. **Capacidad de carga para elementos sometidas a compresión (carga admisible a compresión).**

- **Columna larga:** ($18.42 < \lambda < 50$) *estamos en este caso.*

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times E \times A}{\lambda^2}$$

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times 90359.44 \frac{kg}{cm^2} \times 6.50cm \times 9.00cm}{22.277^2}$$

$$P_{adm} = 3504.410 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 3458.607 > P = 1784.190 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

Sección (6.50 x 9.00)cm. Es la adecuada para la carga aplicada

- **Columna intermedia:** ($10 < \lambda < 18.42$) *no pertenece a este caso.*

$$P_{adm} = A \times F_c // x \left[1 - \frac{1}{3} x \left(\frac{\lambda}{Ck} \right)^4 \right]$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 150.46 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} x \left[1 - \frac{1}{3} x \left(\frac{22.277}{18.420} \right)^4 \right]$$

$$P_{adm} = 2525.454 \text{ kg}$$

$P_{adm} = 2525.454 > P = 1868.26 \rightarrow$ **Cumple; optimizar sección**

- **Columna corta:** ($\lambda < 10$) no pertenece a este caso.

$$P_{adm} = A \times F_c //$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 150.46 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$P_{adm} = 8802.086 \text{ kg}$$

$P_{adm} = 7280.000 > P = 1784.19 \rightarrow$ **Cumple; optimizar sección**

g. Capacidad de carga para elementos sometidas a flexocompresión

Mm = 2892.13 kg.cm (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado, obtenido del modelado en el Sap2000).

$$P_{critico} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(k \times L)^2}$$

$$P_{critico} = \frac{\pi^2 \times 90359.44 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{6.5 \text{ cm} \times (9 \text{ cm})^3}{12}}{(1.00 \times 144.80)^2}$$

$$P_{critico} = 16,795.611 \text{ kg}$$

Factor de magnificación de momentos (K_m)

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5x \frac{P}{P_{critico}}}$$

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5x \frac{1868.26 \text{ Kg}}{16795.61 \text{ kg}}}$$

$$K_m = 1.20027$$

Verificación: Los elementos sometidos a Flexocompresión y compresión combinados deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{P_{adm}} + \frac{K_m \times M}{Sx \times Fm} \leq 1.00$$

$$\frac{1868.26 \text{ kg}}{3504.410 \text{ Kg}} + \frac{1.20027 \times 2892.130 \text{ kg.cm}}{\frac{6.5\text{cm} \times (9\text{cm})^2}{6} \times 181.48 \text{ kg/cm}^2} \leq 1.00$$

0.6567 ≤ 1.00 → **Cumple; optimizar sección**

∴ **Sección (6.50 x 9.00)cm.** es adecuada para elemento sometidos a flexocompresión.

h. Diseño de elementos en flexotracción

- Diseño para las barras: (barra 1-2)

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Esfuerzo Admisible Promedio por
- Flexión Estática (Fb) = 181.480 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por
- Tracción Paralela (Ft//) = 261.410 kg/cm².
- Peso Específico (Pesp.) = 0.480 Tn/m³.
- Carga (P) Sap2000 = 1775.250 kg.
- Momento (M) Sap2000 = 288.33 Kg.cm.
- Longitud de barra (L) = 2.00 m.

i. Tracción Pura

- **Predimensionamiento:**

$$A = \frac{P}{Ft//}$$

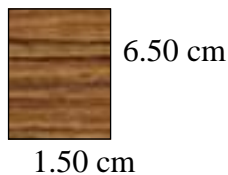
$$A = \frac{1775.25 \text{ kg}}{261.41 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A = 6.791 \text{ cm}^2$$

Adoptamos una sección comercial:

Figura 42

Sección adoptada en bridas inferiores - método de pincelado.



j. Capacidad de carga para elementos sometidos a flexotracción

Mm= 283.33 kg.cm (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado, obtenido del Sap2000).

Los elementos sometidos a esfuerzos combinados de flexión y tracción deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{A \times Ft} + \frac{M}{Sx \times Fb} < 1.00$$

$$\frac{1775.25 \text{ kg}}{1.5 \text{ cm} \times 6.5 \text{ cm} \times 261.41 \text{ kg/cm}^2} + \frac{283.33 \text{ kg.m}}{\frac{1.5 \times 6.5^2}{6} \times 181.48 \text{ kg/cm}^2} < 1.00$$

0.84431 < 1.00 → **Sección aceptable.**

∴ **Sección (1.50 x 6.50)cm.** Para elemento sometidos a Flexotracción.

k. Verificación de los elementos de la armadura

Figura 43

Elementos de la armadura.

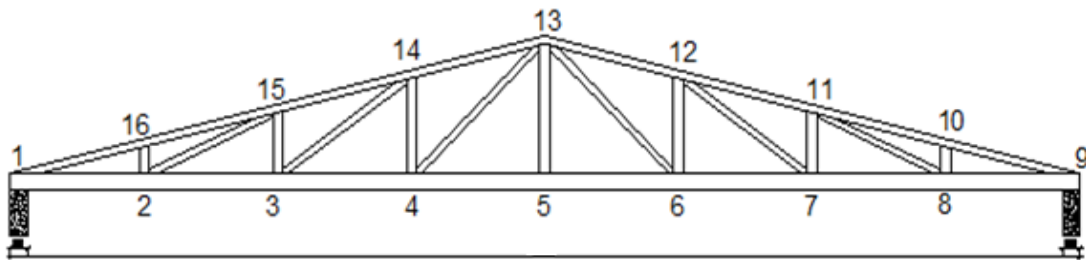


Tabla 86

Diseño de brida superior e inferior de la armadura (Método de Pincelado).

BRIDA SUPERIOR E INFERIOR (CUERDA SUPERIOR E INFERIOR)							COMPRESION PURA			FLEXOCOMPRESION		VERIFICACION		
Barra	Envolvente (kg)	Momento (kgf-cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm) x h (cm)	λ	Padm (kg)	verificac.	Pcritico (kg)	Km	Flexotracc.	flexocomp.	verificac.
1-16	-1868.26	2892.13	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.2003		0.7511	O.K
16-15	-1865.20	2626.00	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.1999		0.7301	O.K
15-14	-1617.29	2742.43	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.1688		0.6628	O.K
14-13	-1365.11	2882.62	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.1388		0.5957	O.K
13-12	-1365.11	2882.62	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.1388		0.5957	O.K
12-11	-1617.29	2742.43	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.1688		0.6628	O.K
11-10	-1865.20	2626.00	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.1999		0.7301	O.K
10-9	-1868.26	2892.13	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3504.41	O.K	16795.61	1.2003		0.7511	O.K
1-2	1775.25	283.33	1.75	1.40	6.791 cm2	1.5 x 6.5						0.8443		O.K
2-3	1539.82	283.33	1.75	1.40	5.890 cm2	1.5 x 6.5						0.7519		O.K
3-4	1300.29	283.33	1.75	1.40	4.974 cm2	1.5 x 6.5						0.6580		O.K
4-5	1057.99	283.33	1.75	1.40	4.047 cm2	1.5 x 6.5						0.5629		O.K
5-6	1057.99	283.33	1.75	1.40	4.047 cm2	1.5 x 6.5						0.5629		O.K
6-7	1300.29	283.33	1.75	1.40	4.974 cm2	1.5 x 6.5						0.6580		O.K
7-8	1539.82	283.33	1.75	1.40	5.890 cm2	1.5 x 6.5						0.7519		O.K
8-9	1775.25	283.33	1.75	1.40	6.791 cm2	1.5 x 6.5						0.8443		O.K

Tabla 87*Diseño de Elementos Montantes de la armadura (Método de Pincelado).*

MONTANTES (2" x 2")										COMPRESIÓN PURA	
Barra	Envolvente (kg)	Momento (kg-cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x	h (cm)	λ	Padm	verficc. c.
2-16	-119.71	0.00	1.81	1.45	2.90 cm	4	x	4	36.2	362.97	O.K
3-15	-190.23	0.00	1.81	1.45	2.90 cm	4	x	4	36.2	362.97	O.K
4-14	-261.50	0.00	1.81	1.45	2.90 cm	4	x	4	36.2	362.97	O.K
5-13	18.50	0.00	1.81	1.45	0.071 cm ²	4	x	4			
6-12	-261.50	0.00	1.81	1.45	2.90 cm	4	x	4	36.2	362.97	O.K
7-11	-190.23	0.00	1.81	1.45	2.90 cm	4	x	4	36.2	362.97	O.K
8-10	-119.71	0.00	1.81	1.45	2.90 cm	4	x	4	36.2	362.97	O.K

Tabla 88*Diseño de Elementos Diagonales de la armadura (Método de Pincelado).*

DIAGONALES (3/4" x 1")										VERIFICACIÓN	
Barr a	Envolvent e (kg)	Momento (kg-cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x	h (cm)	Flexotracc.	flexocomp.	verficc.
2-15	272.08	81.58	1.81	1.45	1.041 cm ²	2	x	2	0.5973		O.K
3-14	316.88	93.29	1.81	1.45	1.212 cm ²	2	x	2	0.6886		O.K
4-13	369.80	107.57	1.81	1.45	1.415 cm ²	2	x	2	0.7982		O.K
13-6	369.80	107.57	1.81	1.45	1.415 cm ²	2	x	2	0.7982		O.K
12-7	316.88	93.29	1.81	1.45	1.212 cm ²	2	x	2	0.6886		O.K
11-8	272.08	81.58	1.81	1.45	1.041 cm ²	2	x	2	0.5973		O.K

Secciones finales de los elementos de la cercha

Luego de haber hecho el diseño y la verificación de las secciones de cada uno de los elementos componentes de la cercha diseñada con los datos encontrados en el laboratorio, las secciones obtenidas son las mostradas en la tabla siguiente:

Tabla 89*Secciones finales de los elementos de la cercha (Método de Pincelado).*

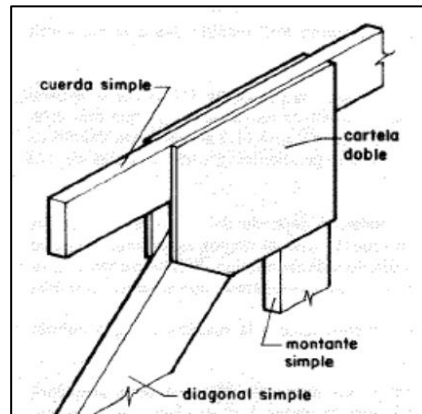
BRIDA SUPERIOR E INFERIOR				MONTANTES				DIAGONALES			
Barra	Dimensiones (cm)			Barra	Dimensiones (cm)			Barra	Dimensiones (cm)		
	b	x	h		b	x	h		b	x	h
1-16	6.50	x	9.00	2-16	4.00	x	4.00	2-15	2.00	x	2.00
16-15	6.50	x	9.00	3-15	4.00	x	4.00	3-14	2.00	x	2.00
15-14	6.50	x	9.00	4-14	4.00	x	4.00	4-13	2.00	x	2.00
14-13	6.50	x	9.00	5-13	4.00	x	4.00	13-6	2.00	x	2.00
13-12	6.50	x	9.00	6-12	4.00	x	4.00	12-7	2.00	x	2.00
12-11	6.50	x	9.00	7-11	4.00	x	4.00	11-8	2.00	x	2.00
11-10	6.50	x	9.00	8-10	4.00	x	4.00				
10-9	6.50	x	9.00								
1-2	1.50	x	6.50								
2-3	1.50	x	6.50								
3-4	1.50	x	6.50								
4-5	1.50	x	6.50								
5-6	1.50	x	6.50								
6-7	1.50	x	6.50								
7-8	1.50	x	6.50								
8-9	1.50	x	6.50								

1. Diseño de uniones mecánicas

La estructura de la cercha diseñada consta de elementos sencillos, solo se tiene en cuenta montantes y diagonales simples, por lo cual las uniones mecánicas empleadas serán cartelas conformadas de madera con uniones empernadas.

Figura 44

Cartela, como unión de cercha.



Fuente: (PADT REFORT, 1984)

Pasos utilizados en el diseño de las uniones:

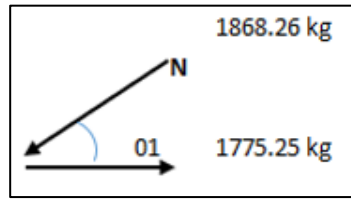
- **1° paso:** En cada punto de encuentro de elementos, definimos de las cargas actuantes y su orientación con respecto a las piezas de madera.
- **2° paso:** Escogemos el diámetro de los pernos con los cuales se realizará el diseño (ver Anexo 17 y 18).
- **3° paso:** Obtenemos los valores de P Y Q (ver Anexo 17 o 18), y con ellos calculamos la carga admisible por perno.
- **4° paso:** Calculamos el número de pernos, esto lo realizamos obteniendo el cociente de la carga actuante entre la carga admisible de cada perno.

$$\# \text{ Pernos} = \frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Carga Admisible}}$$

- **5° paso:** Precisamos la ubicación de los pernos de acuerdo a los parámetros señalados en el Anexo 18.
- **6° paso:** Si la cantidad de pernos es superior a uno, será necesario reducir la carga admisible por efecto de grupo, ver Anexo 20.

De acuerdo a los pasos detallados anteriormente, se llevó a cabo el diseño de las uniones mecánicas para cada uno de los nodos de la cercha, usando los valores de envolvente y momentos obtenidos en el SAP 2000, mostrados en la Tabla 86.

✓ **NUDO N° 01:**



Diámetro perno Ø= 1/2"

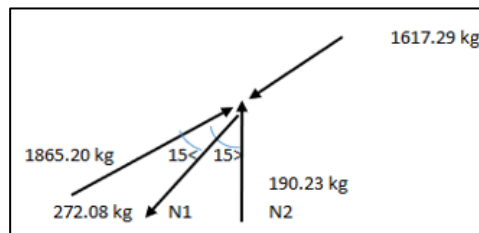
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \operatorname{sen}^2 \varnothing + Q \operatorname{cos}^2 \varnothing}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 404.39 kg, Angulo 1= 15.95°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo brida superior	1868.26 kg	404.39 kg	4.620 ≈ 5
Esfuerzo brida inferior	1775.25 kg	471.00 kg	3.769 ≈ 4

✓ **NUDO N° 15:**



Diámetro perno Ø= 1/2"

Cargas Admisibles del perno

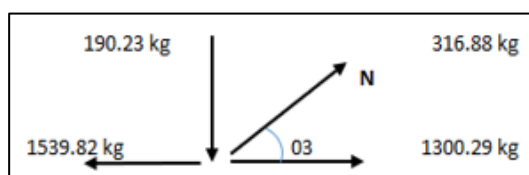
$$N = \frac{PQ}{P \operatorname{sen}^2 \varnothing + Q \operatorname{cos}^2 \varnothing}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N1= 418.94 kg, N2= 156.08 kg, Angulo 15<= 13.80°

Angulo 15>= 74.05°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo montante	190.23 kg	148.00 kg	1.219 ≈ 2
Esfuerzo diagonal	272.08 kg	418.94 kg	0.649 ≈ 1
Esfuerzo brida superior	1617.29 kg	471.00 kg	3.434 ≈ 4
Esfuerzo brida inferior	1865.20 kg	471.00 kg	3.960 ≈ 4

✓ **NUDO N° 3:**



Diámetro perno $\varnothing = 1/2"$

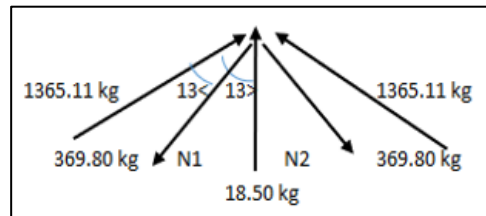
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \varnothing + Q \cos^2 \varnothing}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 244.77 kg, Angulo $\beta = 40.60^\circ$

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	190.23 kg	148.00 kg	1.285 \approx	2
Esfuerzo diagonal	316.88 kg	471.00 kg	0.673 \approx	1
Esfuerzo brida superior	1300.29 kg	471.00 kg	2.761 \approx	3
Esfuerzo brida inferior	1539.82 kg	471.00 kg	3.269 \approx	4

✓ **NUDO N° 13:**



Diámetro perno $\varnothing = 1/2"$

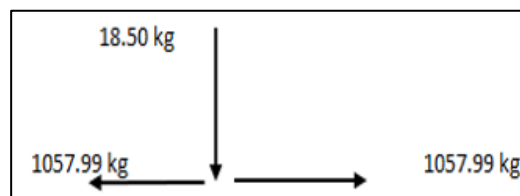
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \varnothing + Q \cos^2 \varnothing}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N1= 286.73 kg, N2= 156.08 kg, Angulo $14 < = 32.86^\circ$
 Angulo $14 > = 74.05^\circ$

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	18.50 kg	156.08 kg	0.119 \approx	1
Esfuerzo diagonal	369.80 kg	286.73 kg	1.290 \approx	2
Esfuerzo brida superior	1365.11 kg	471.00 kg	2.898 \approx	3

✓ **NUDO N° 5:**



Diámetro perno $\varnothing = 1/2"$

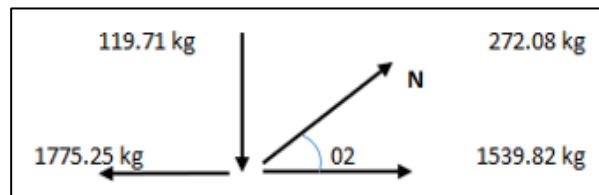
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \varnothing + Q \cos^2 \varnothing}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	18.50 kg	148.00 kg	0.125 ≈	1
Esfuerzo brida inferior	1057.99 kg	471.00 kg	2.246 ≈	3
Esfuerzo brida inferior	1057.99 kg	471.00 kg	2.246 ≈	3

✓ NUDO N° 2:



Diámetro perno Ø= 1/2"

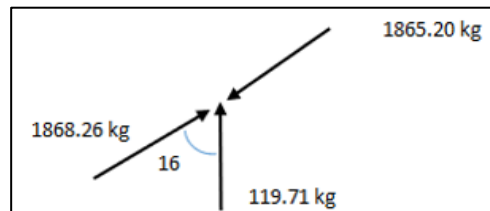
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \operatorname{sen}^2 \theta + Q \operatorname{cos}^2 \theta}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 306.36 kg, Angulo 2= 29.75°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo diagonal	272.08 kg	306.36 kg	0.888 ≈	1
Esfuerzo montante	119.71 kg	148.00 kg	0.809 ≈	1
Esfuerzo brida inferior	1539.82 kg	471.00 kg	3.269 ≈	4
Esfuerzo brida inferior	1775.25 kg	471.00 kg	3.769 ≈	4

✓ NUDO N° 16:



Diámetro perno Ø= 1/2"

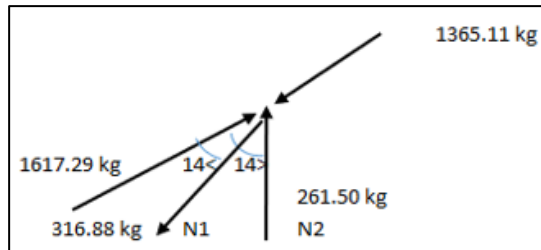
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \operatorname{sen}^2 \theta + Q \operatorname{cos}^2 \theta}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 156.08 kg, Angulo 16= 74.05°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo montante	119.71 kg	156.08 kg	0.767 ≈ 1
Esfuerzo brida superior	1865.20 kg	471.00 kg	3.960 ≈ 4
Esfuerzo brida superior	1868.26 kg	471.00 kg	3.967 ≈ 4

✓ **NUDO N° 14:**



Diámetro perno $\emptyset = 1/2"$

Cargas Admisibles del perno

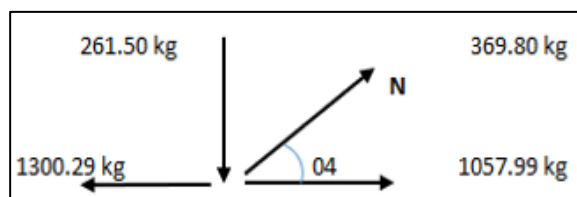
$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \emptyset + Q \cos^2 \emptyset}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N1= 341.36 kg, N2= 156.08 kg, Angulo 14<= 24.65°

Angulo 14>= 74.05°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo montante	261.50 kg	156.08 kg	1.675 ≈ 2
Esfuerzo diagonal	316.88 kg	341.36 kg	0.928 ≈ 1
Esfuerzo brida superior	1365.11 kg	471.00 kg	2.898 ≈ 3
Esfuerzo brida superior	1617.29 kg	471.00 kg	3.434 ≈ 4

✓ **NUDO N° 4:**



Diámetro perno $\emptyset = 1/2"$

Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \emptyset + Q \cos^2 \emptyset}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 210.65 kg, Angulo 4= 48.81°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	261.50 kg	148.00 kg	1.767 ≈	2
Esfuerzo diagonal	369.80 kg	210.65 kg	1.756 ≈	2
Esfuerzo brida inferior	1057.99 kg	471.00 kg	2.246 ≈	3
Esfuerzo brida inferior	1300.29 kg	471.00 kg	2.761 ≈	3

Tabla 90

Resumen de la cantidad de pernos de 1/2" a utilizar en cada nudo de la cercha (Método de Pincelado).

Nudos	Envolvente	Estado	Angulo	Carga Adm. Perno (N, P y Q) - (kg)		Cantidad Pernos	Veces
01 - 09	1868.26 kg	C	15.95°	N	404.39 kg	5	2
	1775.25 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
02 - 08	272.08 kg	T	29.75°	N	306.36 kg	1	2
	1539.82 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	1775.25 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	119.71 kg	C	0.00°	Q	148.00 kg	1	2
03 - 07	316.88 kg	T	40.60°	N	244.77 kg	2	2
	1300.29 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	2
	1539.82 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	190.23 kg	C	0.00°	Q	148.00 kg	2	2
04 - 06	369.80 kg	T	48.81°	N	210.65 kg	2	2
	1057.99 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	2
	1300.29 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	2
	261.50 kg	C	0.00°	Q	148.00 kg	2	2
05	18.50 kg	T	0.00°	Q	148.00 kg	1	1
	1057.99 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	1
	1057.99 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	1
13	18.50 kg	T	74.05°	N	156.08 kg	1	1
	369.80 kg	T	32.86°	N	286.73 kg	2	1
	369.80 kg	T	32.86°	N	286.73 kg	2	1
	1365.11 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	3	1
	1365.11 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	3	1
14 - 12	261.50 kg	C	74.05°	N	156.08 kg	2	2
	316.88 kg	T	24.65°	N	341.36 kg	1	1
	1365.11 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	3	1
	1617.29 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1
15 - 11	190.23 kg	C	74.05°	N	156.08 kg	2	1
	272.08 kg	T	13.80°	N	418.94 kg	1	1
	1617.29 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1
	1865.20 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1
16 - 10	119.71 kg	C	74.05°	N	156.08 kg	1	1
	1865.20 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	1868.26 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1

T = Tracción

C = Compresión

2.9.2. Diseño de la armadura, con resultados obtenidos de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* preservada con grasa de vacuno por el método de inmersión

Se diseñó los elementos de armaduras de cubierta, se utilizó madera *Cedrelinga cateniformis*, la cual fue curada con grasa de vacuno, por el método de inmersión.

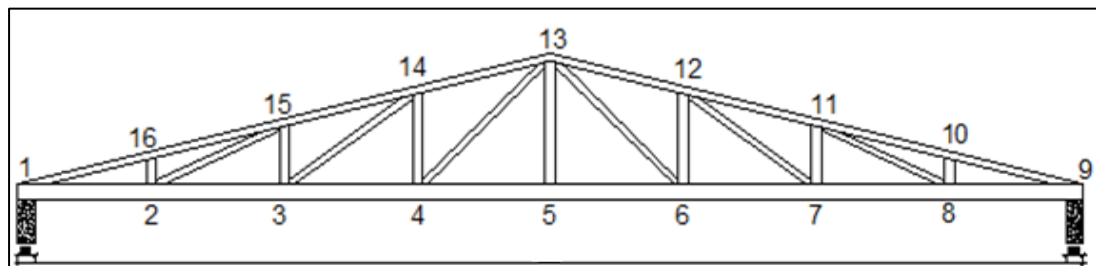
a. Propiedades de la madera *Cedrelinga cateniformis* preservada con grasa de vacuno por el método de inmersión obtenidas en el laboratorio.

- Grupo de madera = C
- Esfuerzo Admisible Promedio por Flexión Estática (Fb) = 208.483 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Tracción paralela (Ft//) = 241.847 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión paralela (Fc//) = 191.547 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión perpendicular (Fm) = 42.576 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Corte paralelo (Fv) = 19.126 kg/cm².
- Módulo de elasticidad (E) = 97842.833 kg/cm².
- Peso específico = 0.484 Tn-f/m³.

b. Diseño de elementos estructurales para la madera *Cedrelinga cateniformis* curada con grasa de vacuno por el método de inmersión

Figura 45

Elementos de la armadura.



• Diseño de correas (viguetas)

✓ Para elementos simplemente apoyados

Datos a utilizar:

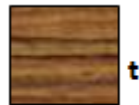
- Grupo de madera = C

- Esfuerzo Admisible Promedio por Flexión Estática (Fb) = 208.483 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Corte paralelo (Fv) = 19.126 kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión perpendicular (Fm) = 42.576 kg/cm².
- Peso específico (Pesp.) = 0.484 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 97,842.833 kg/cm².
- Carga muerta (Wm) = 12.174 kg/cm².
- Carga viva (S/C) = 30.000 kg/cm².
- Ancho tributario (L) = 2.310 m.
- S = 1.000 m.

Sección: La base de la sección se adoptó a una dimensión comercial.

Figura 46

Sección adoptada en correas - método de inmersión.



0.050 m

Cálculo de Momento Flector y Fuerza Cortante:

- Carga distribuida (W):

$$W = Wm + S/C$$

$$W = \left(12.174 \frac{kg}{m^2} + 30.000 \frac{kg}{m^2} \right) \times 1.000 \text{ m}$$

$$W = 42.174 \text{ kg/m}$$

- Momento Flector (M):

$$M = W \times \frac{L^2}{8}$$

$$M = 42.174 \frac{kg}{m} \times \frac{(2.310m)^2}{8}$$

$$M = 28.131 \text{ kg.m}$$

- Fuerza cortante (Fc):

$$Fc = W \times \frac{L}{2}$$

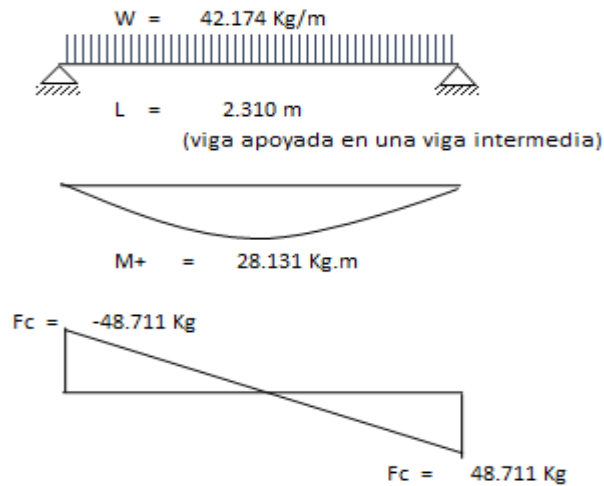
$$F_c = 42.174 \frac{kg}{m} \times \frac{2.310m}{2}$$

$$F_c = \pm 48.711 kg$$

- Diagrama de Momento Flector y Fuerza cortante.

Figura 47

Diagrama de momento flector y fuerza cortante en correas – método de pincelado.



- **Módulo de sección requerido:**

Por Flexión (Sx):

$$S_x = \frac{M}{F_b}$$

$$S_x = \frac{2813.05 kg.cm}{208.48 kg/cm^2}$$

$$S_x = 13.493 cm^3$$

Adoptamos: **t = 9.00 cm**

La sección es: b = 0.05 m t=0.09 m ; Pesp. = 484.00 kg-f/m³

- **Peso Propio (Pp):**

$$P_p = b \times t \times P_{esp.}$$

$$P_p = 0.05 m \times 0.09 m \times 484.00 kg/m^3$$

$$P_p = 2.178 kg/m$$

- **Momento + Pp (Mm):**

$$M_m = P_p \times \frac{L^2}{8}$$

$$Mm = 2.178 \text{ kg/m} \times \frac{(2.310 \text{ m})^2}{8}$$

$$Mm = 1.453 \text{ kg.m}$$

- Momento total (Mt):

$$Mt = M_+ + Mm$$

$$Mt = 28.131 \text{ kg.m} + 1.453 \text{ kg.m}$$

$$Mt = 2958.328 \text{ kg.cm}$$

Verificación de sección rectangular transversal (St): Modulo de sección con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión.

$$St = \frac{b \times t^2}{6}$$

$Sx < St \rightarrow$ **Seccion es aceptable**

$$Sx = \frac{Mt}{Fb}$$

$$Sx = \frac{2958.328 \text{ kg.cm}}{208.483 \text{ kg/cm}^2}$$

$$Sx = 14.190 \text{ cm}^3$$

$$St = \frac{5.00 \text{ cm} \times (9.00 \text{ cm})^2}{6}$$

$$St = 67.500 \text{ cm}^3$$

$Sx = 14.190 \text{ cm}^3 < St = 67.500 \text{ cm}^3 \rightarrow$ **seccion aceptable**

Por deflexión (δ_D):

$$\delta_D = \frac{5 \times WD \times L^4}{384 \times E \times I}$$

Para carga muerta (WD):

$$Wm = 12.174 \text{ kg/m}^2; S = 1.000 \text{ m}; Pp = 2.178 \text{ kg/m}$$

$$WD = Wm \times S + Pp$$

$$WD = 12.174 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1.000 \text{ m} + 2.178 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$WD = 14.352 \text{ kg/m}$$

$$WD = 14.352 \text{ kg/m}$$

Figura 48

Diagrama de carga muerta - deflexión - método de inmersión.



$$L = 2.310 \text{ m}$$

Entonces reemplazando en δ_D :

$$\delta_D = \frac{5 \times 14.352 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times (231 \text{ cm})^4}{384 \times 97,842.83 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{5.00 \text{ cm} \times (9.00 \text{ cm})^3}{12}}$$

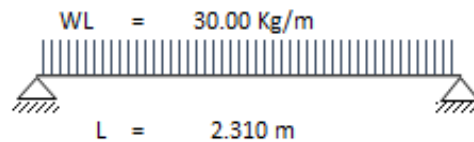
$$\delta_D = 0.179 \text{ cm}$$

Para carga viva (WL):

$$WL = 30.000 \text{ kg/m}$$

Figura 49

Diagrama de carga viva - deflexión - método de pincelado.



Entonces reemplazando en δ_L :

$$\delta_L = \frac{5 \times 30.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times (231 \text{ cm})^4}{384 \times 97,842.83 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{5.00 \text{ cm} \times (9.00 \text{ cm})^3}{12}}$$

$$\delta_L = 0.374 \text{ cm}$$

Verificación deflexiones (δ_{max}):

Tabla 91

Deflexiones máximas permisibles.

Carga actuante	Con cielo raso de yeso	Sin cielo raso de yeso	Techos inclinados y edificaciones industriales
Carga permanente + S/C	L/300	L/250	L/200
S/C	L/350 \leq 1.3 cm	L/350 \leq 1.3 cm	L/350

Cuando las cargas son de aplicación continua, como es el caso de las cargas permanentes y algunos tipos de sobrecarga, las deformaciones de los elementos sometidos a flexión se incrementan con el tiempo.

Puede considerarse que en promedio las deflexiones diferidas son un 80% de las correspondientes deflexiones instantáneas.

$$\delta_{max} = \frac{L}{250} = \frac{231}{250} = 0.924 \text{ cm}$$

$$\delta_{max.viva} = \frac{L}{350} < 1.3 \text{ cm}; \frac{231}{350} = 0.660 \text{ cm} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_L < \delta_{max.viva} \rightarrow \text{acceptable}$$

- Deflexión total (δ_t): $\delta_t = 1.8 \times \delta_D + \delta_L$

$$\delta_t = 1.8 \times 0.179 \text{ cm} + 0.374 \text{ cm}$$

$$\delta_t = 0.697 \text{ cm}$$

- Verificación de deflexión:

$$\delta_t < \delta_{max} \rightarrow \text{acceptable}$$

$$\delta_t = 0.697 < \delta_{max} = 0.924 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Flexión total (Fb): $Fb = \frac{M}{S_x} < Fm_{madera}$

$$Fb = \frac{2958.328 \text{ kg.cm}}{67.500 \text{ cm}^3}$$

$$Fb = 43.827 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 208.48 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Cortante (Fv):

$$Fv = 1.5 \times \frac{V}{b \times t} < Fv_{madera}$$

$$V = Fc + \frac{WD \times L}{2} = 48.711 + \frac{14.352 \times 2.310}{2}$$

$$V = 65.287 \text{ kg}$$

$$Fv = 1.5 \times \frac{65.287 \text{ kg}}{5.00 \text{ cm} \times 9.00 \text{ cm}}$$

$$Fv = 2.176 \text{ kg/cm}^2 < 19.13 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Longitud del apoyo:

$$\frac{R}{b \times a} < Fm$$

Despejando "a":

$$\frac{R}{b \times Fm} < a$$

$$a > \frac{R}{b \times Fm}$$

$$R = F_c + \frac{P_p \times L}{2}$$

$$R = 48.711 + \frac{2.178 \times 2.310}{2}$$

$$R = 51.226 \text{ kg}$$

Fm = 42.58 kg/cm²; b = 5 cm, R = 51.226 kg.

Reemplazando en "a":

$$a > \frac{51.226 \text{ kg}}{5.00 \text{ cm} \times 42.58 \text{ kg/cm}^2}$$

$$a > 0.241 \text{ cm}$$

- **Estabilidad Lateral:**

Tabla 92

Estabilidad Lateral.

h/b	REQUISITO
2	No necesita apoyo lateral
3	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos (traslación y rotación)
4	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos: elemento mantenido en posición por correas y viguetas
5	Restricción del desplazamiento lateral en apoyos: borde en compresión conectado directamente con entablado o viguetas
6	Adicionalmente a los requisitos para h/b=5, colocar arriostramiento cruzado entre elementos a distancias menores que 8 veces su ancho.

$$\boxed{h=t} \implies \frac{h}{b} = \frac{9}{5} = 1.800 \therefore \text{no necesita apoyo lateral}$$

∴ **Sección (5.00 x 9.00)cm.** adecuada Para elementos Simplemente apoyados.

c. Modelado en el software Sap 2000 para la obtención de envolventes y momentos.

Figura 50

Esfuerzos obtenidos del Software Sap2000 para la especie maderable Cedrelinga cateniformis curada con Grasa de Vacuno por el Método de Inmersión.

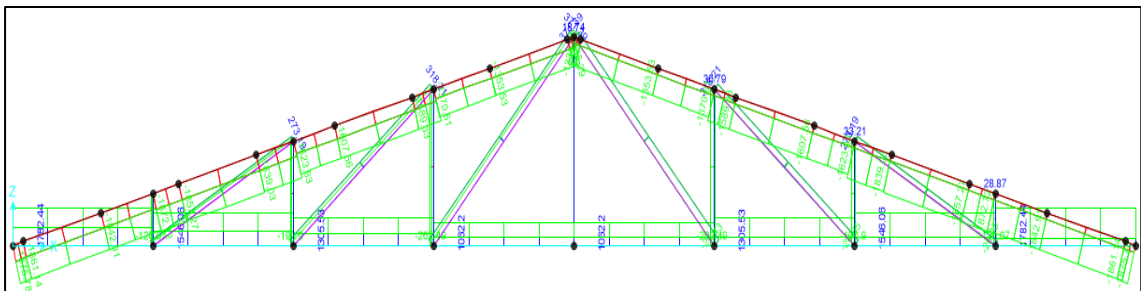


Tabla 93

Valores de esfuerzos y Momentos obtenidos del Software Sap2000 para el Método de Inmersión.

BRIDA SUPERIOR E INFERIOR			MONTANTE			DIAGONALES		
Barra	Envolvente (Kg)	Momento (Kg.cm)	Barra	Envolvente (Kg)	Momento (Kg.cm)	Barra	Envolvente (Kg)	Momento (Kg.cm)
1-16	-1875.78	2899.03	2-16	-120.07	0.00	2-15	273.19	82.61
16-15	-1872.72	2631.74	3-15	-190.90	0.00	3-14	318.21	94.46
15-14	-1623.83	2748.54	4-14	-262.49	0.00	4-13	371.39	108.92
14-13	-1370.61	2889.73	5-13	18.74	0.00	13-6	371.39	108.92
13-12	-1370.61	2889.73	6-12	-262.49	0.00	12-7	318.21	94.46
12-11	-1623.83	2748.54	7-11	-190.90	0.00	11-8	273.19	82.61
11-10	-1872.72	2631.74	8-10	-120.07	0.00			
10-9	-1875.78	2899.03						
1-2	1782.44	286.89						
2-3	1546.06	286.89						
3-4	1305.53	286.89						
4-5	1062.20	286.89						
5-6	1062.20	286.89						
6-7	1305.53	286.89						
7-8	1546.06	286.89						
8-9	1782.44	286.89						

d. Diseño de elementos a sometidos a flexocompresión

Diseño para las barras: (barra 1-16)

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Esfuerzo Admisible Promedio por Flexión Estática (Fb) = 208.483 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por Compresión paralela (Fc//) = 191.547 kg/cm².
- Peso específico (Pesp.) = 0.484 Tn/m³.
- Módulo de elasticidad (E) = 97,842.833 kg/cm².
- Carga (P) Sap2000 = 1,875.78 kg.
- Momento (M) Sap2000 = 2,899.03 Kg.cm.
- Longitud de barra (L) = 1.81 m.

e. Compresión pura

- **Sección rectangular**

Longitud efectiva (L_{ef}): se considera que para elementos de montante o diagonal la fórmula de la Longitud Efectiva es: $L_{ef} = 0.8 \times L$ según la TABLA 11.1 LONGITUD EFECTIVA del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

$$L_{ef} = 0.8 \times 181 \text{ cm}$$


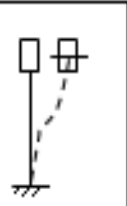
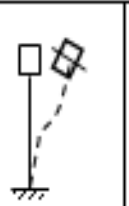
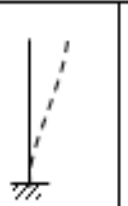

$$L_{ef} = 144.80 \text{ cm}$$

Predimensionamiento:

$$d \geq \frac{K \times L_{ef}}{50}$$

Tabla 94

Valores de K de acuerdo al tipo de restricción.

				
1.00	1.20	1.50	2.00	2.00

Fuente: RNE. E 0.10 Madera

Para apoyos articulados en ambos extremos el $K=1.00$, reemplazando en “d” tenemos lo siguiente:

$$d \geq \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{50} = 2.896 \text{ cm}$$

Adoptando una sección:

Figura 51

Sección adoptada en bridas superiores - método de inmersión.



Esbeltez:

$$\lambda = \frac{K \times L_{ef}}{d}$$

$$\lambda = \frac{1.00 \times 144.80 \text{ cm}}{2.896 \text{ cm}}$$

$$\lambda = 22.277$$

Clasificación de columnas:

Tabla 95

Valores de C_k .

GRUPO	SECC. RECTANGULARES		SECC. CIRCULARES	
	COLUMNAS	ENTRAMADOS	COLUMNAS	ENTRAMADOS
A	17.98	20.06	15.57	17.34
B	18.31	20.20	15.89	17.89
C	18.42	22.47	15.95	19.46
BAMBÚ			60.72	69.27

Fuente: RNE – E.010: Madera

Entonces para nuestra madera *Cedrelinga Cateniformis* que se encuentra en el grupo C el valor de $C_k = 18.42$.

Tabla 96

Clasificación de columnas.

TIPO	RECTANGULARES $d \geq KL/50$
Corta	$\lambda < 10$
Intermedia	$10 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 50$

Fuente: RNE – E.010: Madera.

f. Capacidad de carga para elementos sometidos a compresión (carga admisible a compresión).

- **Columna larga:** ($18.42 < \lambda < 50$) *estamos en este caso.*

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times E \times A}{\lambda^2}$$

$$P_{adm} = \frac{0.329 \times 97842.83 \frac{kg}{cm^2} \times 6.50cm \times 9.00cm}{22.277^2}$$

$$P_{adm} = 3794.638 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 3794.638 > P = 1875.780 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

Sección (6.50 x 9.00)cm. Es la adecuada para la carga aplicada

- **Columna intermedia:** ($10 < \lambda < 18.42$) *no pertenece a este caso.*

$$P_{adm} = A \times F_c / x \left[1 - \frac{1}{3} x \left(\frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right]$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 191.55 \frac{kg}{cm^2} x \left[1 - \frac{1}{3} x \left(\frac{22.277}{18.420} \right)^4 \right]$$

$$P_{adm} = 3215.030 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 3215.030 > P = 1875.78 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

- **Columna corta:** ($\lambda < 10$) no pertenece a este caso.

$$P_{adm} = A \times F_c //$$

$$P_{adm} = 6.5 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 191.55 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$P_{adm} = 11205.500 \text{ kg}$$

$$P_{adm} = 11205.500 > P = 1875.78 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

g. Capacidad de carga para elementos sometidas a flexocompresión

Mm= 2899.03 kg.cm (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado. Obtenido del Modelado del Sap2000).

$$P_{critico} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(k \times L)^2}$$

$$P_{critico} = \frac{\pi^2 \times 97842.83 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{6.5 \text{ cm} \times (9 \text{ cm})^3}{12}}{(1.00 \times 144.80)^2}$$

$$P_{critico} = 18,186.590 \text{ kg}$$

Factor de magnificación de momentos (K_m)

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \times \frac{P}{P_{critico}}}$$

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \times \frac{1875.78 \text{ Kg}}{18186.59 \text{ kg}}}$$

$$K_m = 1.18303$$

Verificación: Los elementos sometidos a Flexocompresión y compresión combinados deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{P_{adm}} + \frac{K_m \times M}{S_x \times F_m} \leq 1.00$$

$$\frac{1875.780 \text{ kg}}{3794.638 \text{ Kg}} + \frac{1.18303 \times 2899.030 \text{ kg.cm}}{\frac{6.5 \text{ cm} \times (9 \text{ cm})^2}{6} \times 208.48 \text{ kg/cm}^2} \leq 1.00$$

$$0.6818 \leq 1.00 \rightarrow \text{Cumple; optimizar sección}$$

∴ **Sección (6.50 x 9.00)cm.** es adecuada para elemento sometidos a flexocompresión.

h. Diseño de elementos en flexotracción

- Diseño para las barras: (barra 1-2)

Datos a utilizar:

- Grupo de madera = C
- Esfuerzo Admisible Promedio por
- Flexión Estática (Fb) = 208.483 Kg/cm².
- Esfuerzo Admisible Promedio por
- Tracción Paralela (Ft//) = 241.847 kg/cm².
- Peso Específico (Pesp.) = 0.484 Tn/m³.
- Carga (P) Sap2000 = 1782.440 kg.
- Momento (M) Sap2000 = 286.89 Kg.cm.
- Longitud de barra (L) = 2.00 m.

i. Tracción Pura

- **Predimensionamiento:**

$$A = \frac{P}{Ft//}$$

$$A = \frac{1782.44 \text{ kg}}{241.85 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A = 7.370 \text{ cm}^2$$

Adoptamos una sección comercial:

Figura 52

Sección adoptada en bridas inferiores - método de inmersión.



j. Capacidad de carga para elementos sometidos a Flexotracción

Mm= 286.89 kg.cm (Momento + peso propio; elemento simplemente apoyado, obtenido del Sap2000).

Los elementos sometidos a esfuerzos combinados de flexión y tracción deben satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{P}{A \times Ft//} + \frac{M}{Sx \times Fb} < 1.00$$

$$\frac{1782.44 \text{ kg}}{1.5 \text{ cm} \times 6.5 \text{ cm} \times 241.85 \text{ kg/cm}^2} + \frac{286.89 \text{ kg.m}}{\frac{1.5 \times 6.5^2}{6} \times 208.48 \text{ kg/cm}^2} < 1.00$$

0.88619 < 1.00 → **Sección aceptable.**

∴ **Sección (1.50 x 6.50)cm.** Para elemento sometidos a flexotracción.

k. Verificación de los elementos de la armadura

Figura 53

Elementos de la armadura.

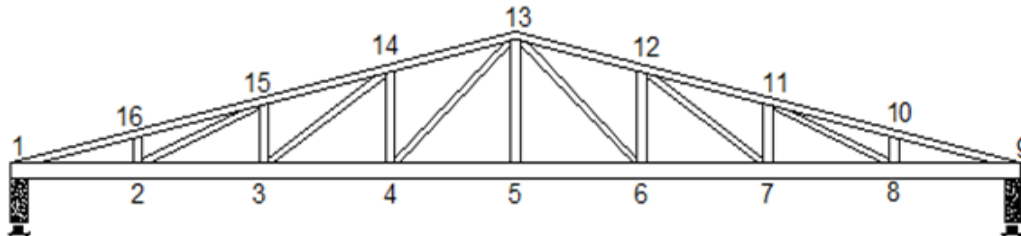


Tabla 97

Diseño de brida superior e inferior de la armadura (Método de Inmersión).

Barra	Envolvente (kg)	Momento (kgf-cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm) x h (cm)	COMPRESION PURA			FLEXOCOMPRESION		VERIFICACION		
							λ	Padm (kg)	verficac.	Pcritico (kg)	Km	Flexotracc.	Flexocomp.	verficac.
1-16	-1875.78	2899.03	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1830		0.6818	O.K
16-15	-1872.72	2631.74	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1827		0.6637	O.K
15-14	-1623.83	2748.54	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1546		0.6014	O.K
14-13	-1370.61	2889.73	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1275		0.5393	O.K
13-12	-1370.61	2889.73	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1275		0.5393	O.K
12-11	-1623.83	2748.54	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1546		0.6014	O.K
11-10	-1872.72	2631.74	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1827		0.6637	O.K
10-9	-1875.78	2899.03	1.81	1.45	2.90cm	6.5 x 9	22.27692	3794.64	O.K	18186.59	1.1830		0.6818	O.K
1-2	1782.44	286.89	1.75	1.40	7.370 cm2	1.5 x 6.5							0.8862	O.K
2-3	1546.06	286.89	1.75	1.40	6.393 cm2	1.5 x 6.5							0.7859	O.K
3-4	1305.53	286.89	1.75	1.40	5.398 cm2	1.5 x 6.5							0.6839	O.K
4-5	1062.20	286.89	1.75	1.40	4.392 cm2	1.5 x 6.5							0.5807	O.K
5-6	1062.20	286.89	1.75	1.40	4.392 cm2	1.5 x 6.5							0.5807	O.K
6-7	1305.53	286.89	1.75	1.40	5.398 cm2	1.5 x 6.5							0.6839	O.K
7-8	1546.06	286.89	1.75	1.40	6.393 cm2	1.5 x 6.5							0.7859	O.K
8-9	1782.44	286.89	1.75	1.40	7.370 cm2	1.5 x 6.5							0.8862	O.K

Tabla 98

Diseño de Elementos Montantes de la armadura (Método de Inmersión).

Barra	Envolvente (kg)	Momento (kg-cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm) x h (cm)	COMPRESIÓN PURA				
							λ	Padm	verficac.		
2-16	-120.07	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4 x 4	36.2	393.03	O.K		
3-15	-190.90	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4 x 4	36.2	393.03	O.K		
4-14	-262.49	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4 x 4	36.2	393.03	O.K		
5-13	18.74	0.00	1.81	1.45	0.077 cm2	4 x 4					
6-12	-262.49	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4 x 4	36.2	393.03	O.K		
7-11	-190.90	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4 x 4	36.2	393.03	O.K		
8-10	-120.07	0.00	1.81	1.45	2.90cm	4 x 4	36.2	393.03	O.K		

Tabla 99*Diseño de Elementos Diagonales de la armadura (Método de Inmersión).*

DIAGONALES (3/4" x 1")									VERIFICACIÓN		
Barr a	Envolvent e (kg)	Momento (kg-cm)	L (m)	L.ef (m)	A o d	b (cm)	x	h (cm)	Flexotracc.	flexocomp.	verficac.
2-15	273.19	82.61	1.81	1.45	1.130 cm2	2	x	2	0.5796		O.K
3-14	318.21	94.46	1.81	1.45	1.316 cm2	2	x	2	0.6687		O.K
4-13	371.39	108.92	1.81	1.45	1.536 cm2	2	x	2	0.7757		O.K
13-6	371.39	108.92	1.81	1.45	1.536 cm2	2	x	2	0.7757		O.K
12-7	318.21	94.46	1.81	1.45	1.316 cm2	2	x	2	0.6687		O.K
11-8	273.19	82.61	1.81	1.45	1.130 cm2	2	x	2	0.5796		O.K

l. Secciones finales de los elementos de la cercha

Luego de haber hecho el diseño y la verificación de las secciones de cada uno de los elementos componentes de la cercha diseñada con los datos encontrados en el laboratorio, las secciones obtenidas son las mostradas en la tabla siguiente:

Tabla 100*Secciones finales de los elementos de la cercha (Método de Inmersión).*

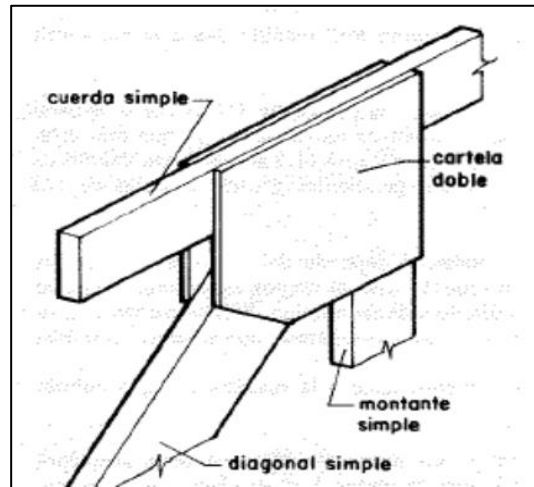
BRIDA SUPERIOR E INFERIOR				MONTANTES				DIAGONALES			
Barra	Dimensiones (cm)			Barra	Dimensiones (cm)			Barra	Dimensiones (cm)		
	b	x	h		b	x	h		b	x	h
1-16	6.50	x	9.00	2-16	4.00	x	4.00	2-15	2.00	x	2.00
16-15	6.50	x	9.00	3-15	4.00	x	4.00	3-14	2.00	x	2.00
15-14	6.50	x	9.00	4-14	4.00	x	4.00	4-13	2.00	x	2.00
14-13	6.50	x	9.00	5-13	4.00	x	4.00	13-6	2.00	x	2.00
13-12	6.50	x	9.00	6-12	4.00	x	4.00	12-7	2.00	x	2.00
12-11	6.50	x	9.00	7-11	4.00	x	4.00	11-8	2.00	x	2.00
11-10	6.50	x	9.00	8-10	4.00	x	4.00				
10-9	6.50	x	9.00								
1-2	1.50	x	6.50								
2-3	1.50	x	6.50								
3-4	1.50	x	6.50								
4-5	1.50	x	6.50								
5-6	1.50	x	6.50								
6-7	1.50	x	6.50								
7-8	1.50	x	6.50								
8-9	1.50	x	6.50								

m. Diseño de uniones mecánicas

La estructura de la cercha diseñada consta de elementos sencillos, solo se tiene en cuenta montantes y diagonales simples, por lo cual las uniones mecánicas empleadas serán cartelas conformadas de madera con uniones empernadas.

Figura 54

Cartela, como unión de cercha.



Fuente: (PADT REFORT, 1984)

Pasos utilizados en el diseño de las uniones:

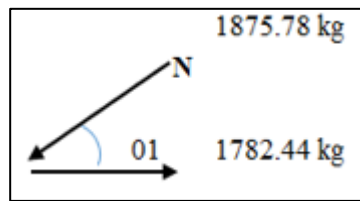
- **1° paso:** En cada punto de encuentro de elementos, definimos de las cargas actuantes y su orientación con respecto a las piezas de madera.
- **2° paso:** Escogemos el diámetro de los pernos con los cuales se realizará el diseño (ver Anexo 17 y 18).
- **3° paso:** Obtenemos los valores de P Y Q (ver Anexo 17 o 18), y con ellos calculamos la carga admisible por perno.
- **4° paso:** Calculamos el número de pernos, esto lo realizamos obteniendo el cociente de la carga actuante entre la carga admisible de cada perno.

$$\text{Nro. Pernos} = \frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Carga Admisible}}$$

- **5° paso:** Precisamos la ubicación de los pernos de acuerdo a los parámetros señalados en el Anexo 19.
- **6° paso:** Si la cantidad de pernos es superior a uno, será necesario reducir la carga admisible por efecto de grupo, ver Anexo 21.

De acuerdo a los pasos detallados anteriormente, se llevó a cabo el diseño de las uniones mecánicas para cada uno de los nodos de la cercha, usando los valores de envolvente y momentos obtenidos en el SAP 2000, mostrados en la Tabla 97.

✓ **NUDO N° 1:**



Diámetro perno $\varnothing = 1/2''$

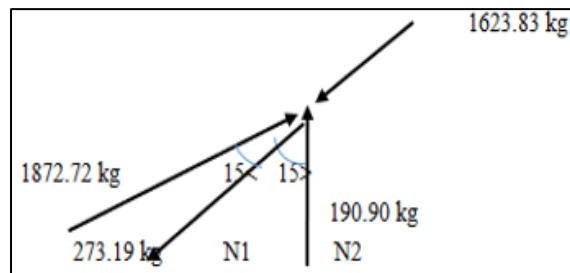
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \varnothing + Q \cos^2 \varnothing}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 404.39 kg, Angulo 1= 15.95°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo brida superior	1875.78 kg	404.39 kg	4.639 ≈ 5
Esfuerzo brida inferior	1782.44 kg	471.00 kg	3.784 ≈ 4

✓ **NUDO N° 15:**



Diámetro perno $\varnothing = 1/2''$

Cargas Admisibles del perno

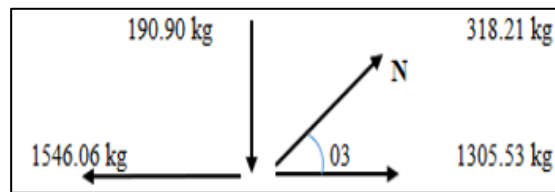
$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \varnothing + Q \cos^2 \varnothing}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N1= 418.94 kg, N2= 156.08 kg, Angulo 15<= 13.80°

Angulo 15>= 74.05°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo montante	190.90 kg	156.08 kg	1.223 ≈ 2
Esfuerzo diagonal	273.19 kg	418.94 kg	0.652 ≈ 1
Esfuerzo brida superior	1623.83 kg	471.00 kg	3.448 ≈ 4
Esfuerzo brida superior	1872.72 kg	471.00 kg	3.976 ≈ 4

✓ **NUDO N° 3:**



Diámetro perno Ø=

1/2"

Cargas Admisibles del perno

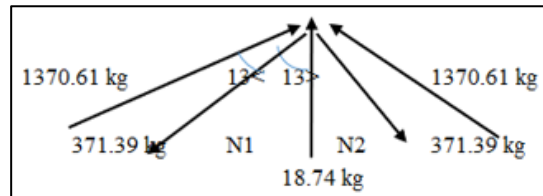
$$N = \frac{PQ}{P \operatorname{sen}^2 \emptyset + Q \operatorname{cos}^2 \emptyset}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 244.77 kg, Angulo 3= 40.60°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo

Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	190.90 kg	148.00 kg	1.290 ≈	2
Esfuerzo diagonal	318.21 kg	471.00 kg	0.676 ≈	1
Esfuerzo brida inferior	1305.53 kg	471.00 kg	2.772 ≈	3
Esfuerzo brida inferior	1546.06 kg	471.00 kg	3.283 ≈	4

✓ **NUDO N° 13:**



Diámetro perno Ø= 1/2"

Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \operatorname{sen}^2 \emptyset + Q \operatorname{cos}^2 \emptyset}$$

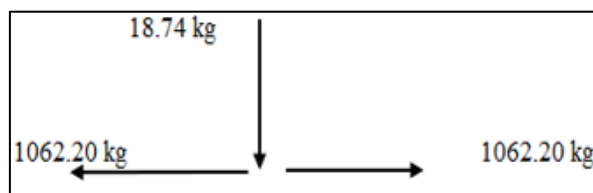
P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N1= 286.73 kg, N2= 156.08 kg, Angulo 14<= 32.86°

Angulo 14>= 74.05°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo

Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	18.74 kg	156.08 kg	0.120 ≈	1
Esfuerzo diagonal	371.39 kg	286.73 kg	1.295 ≈	2
Esfuerzo brida superior	1370.61 kg	471.00 kg	2.910 ≈	3

✓ **NUDO N° 5:**



Diámetro perno Ø= 1/2"

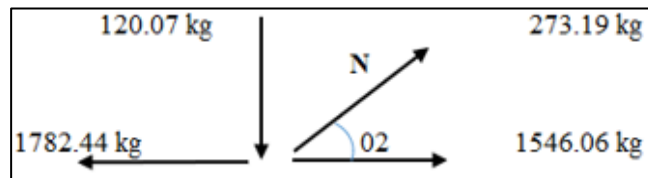
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	18.74 kg	148.00 kg	0.127 ≈	1
Esfuerzo brida inferior	1062.20 kg	471.00 kg	2.255 ≈	3
Esfuerzo brida inferior	1062.20 kg	471.00 kg	2.255 ≈	3

✓ NUDO N° 2:



Diámetro perno Ø= 1/2"

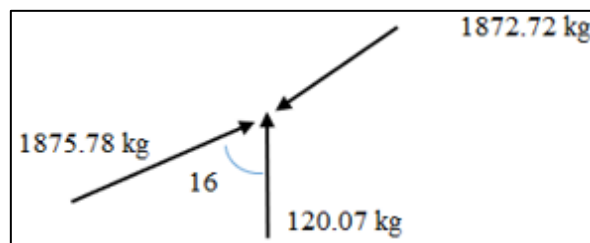
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 306.36 kg, Angulo 2= 29.75°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	120.07 kg	148.00 kg	0.811 ≈	1
Esfuerzo diagonal	273.19 kg	306.36 kg	0.892 ≈	1
Esfuerzo brida inferior	1546.06 kg	471.00 kg	3.283 ≈	4
Esfuerzo brida inferior	1782.44 kg	471.00 kg	3.784 ≈	4

✓ NUDO N° 16:



Diámetro perno Ø= 1/2"

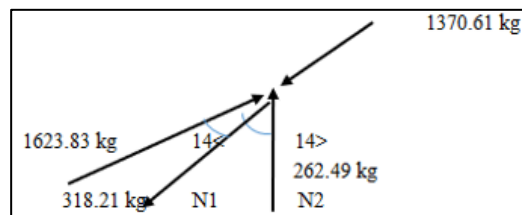
Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 156.08 kg, Angulo 16= 74.05°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo montante	120.07 kg	156.08 kg	0.769 ≈ 1
Esfuerzo brida superior	1872.72 kg	471.00 kg	3.976 ≈ 4
Esfuerzo brida superior	1875.78 kg	471.00 kg	3.983 ≈ 4

✓ NUDO N° 14:



Diámetro perno Ø= 1/2"

Cargas Admisibles del perno

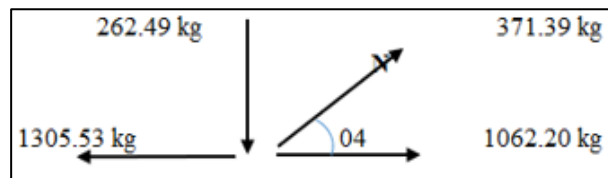
$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N1= 341.36 kg, N2= 156.08 kg, Angulo 14<= 24.65°

Angulo 14>= 74.05°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo			
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos
Esfuerzo montante	262.49 kg	156.08 kg	1.682 ≈ 2
Esfuerzo diagonal	318.21 kg	341.36 kg	0.932 ≈ 1
Esfuerzo brida superior	1370.61 kg	471.00 kg	2.910 ≈ 3
Esfuerzo brida superior	1623.83 kg	471.00 kg	3.448 ≈ 4

✓ NUDO N° 4:



Diámetro perno Ø= 1/2"

Cargas Admisibles del perno

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

P= 471.00 kg, Q= 148.00 kg, N= 210.65 kg, Angulo 4= 48.81°

Cálculo de cantidad de pernos por esfuerzo				
Descripción	Esfuerzo		Número de pernos	
Esfuerzo montante	262.49 kg	148.00 kg	1.774 ≈	2
Esfuerzo diagonal	371.39 kg	210.65 kg	1.763 ≈	2
Esfuerzo brida inferior	1062.20 kg	471.00 kg	2.255 ≈	3
Esfuerzo brida inferior	1305.53 kg	471.00 kg	2.772 ≈	3

Tabla 101

Resumen de la cantidad de pernos de 1/2" a utilizar en cada nudo de la cercha (Método de Inmersión).

Nudos	Envolvente	Estado	Angulo	Carga Adm.		Cantidad Pernos	Veces
				Perno (N, P y Q)	- (kg)		
01 - 09	1875.78 kg	C	15.95°	N	404.39 kg	5	2
	1782.44 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
02 - 08	273.19 kg	T	29.75°	N	306.36 kg	1	2
	1546.06 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	1782.44 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	120.07 kg	C	0.00°	Q	148.00 kg	1	2
03 - 07	318.21 kg	T	40.60°	N	244.77 kg	2	2
	1305.53 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	2
	1546.06 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	190.90 kg	C	0.00°	Q	148.00 kg	2	2
04 - 06	371.39 kg	T	48.81°	N	210.65 kg	2	2
	1062.20 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	2
	1305.53 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	2
	262.49 kg	C	0.00°	Q	148.00 kg	2	2
05	18.74 kg	T	0.00°	Q	148.00 kg	1	1
	1062.20 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	1
	1062.20 kg	T	0.00°	P	471.00 kg	3	1
13	18.74 kg	T	74.05°	N	156.08 kg	1	1
	371.39 kg	T	32.86°	N	286.73 kg	2	1
	371.39 kg	T	32.86°	N	286.73 kg	2	1
	1370.61 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	3	1
	1370.61 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	3	1
14 - 12	262.49 kg	C	74.05°	N	156.08 kg	2	2
	318.21 kg	T	24.65°	N	341.36 kg	1	1
	1370.61 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	3	1
	1623.83 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1
15 - 11	190.90 kg	C	74.05°	N	156.08 kg	2	1
	273.19 kg	T	13.80°	N	418.94 kg	1	1
	1623.83 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1
	1872.72 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1
16 - 10	120.07 kg	C	74.05°	N	156.08 kg	1	1
	1872.72 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	2
	1875.78 kg	C	0.00°	P	471.00 kg	4	1

T = Tracción

C = Compresión

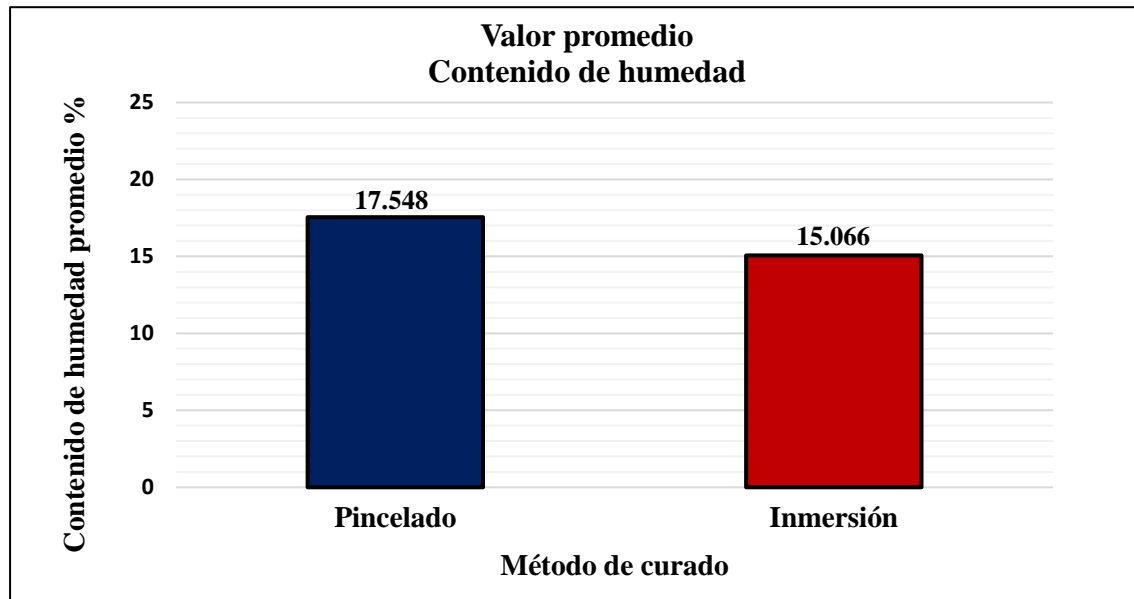
III. RESULTADOS

3.1. PROPIEDADES FÍSICAS

3.1.1. Contenido de humedad

Figura 55

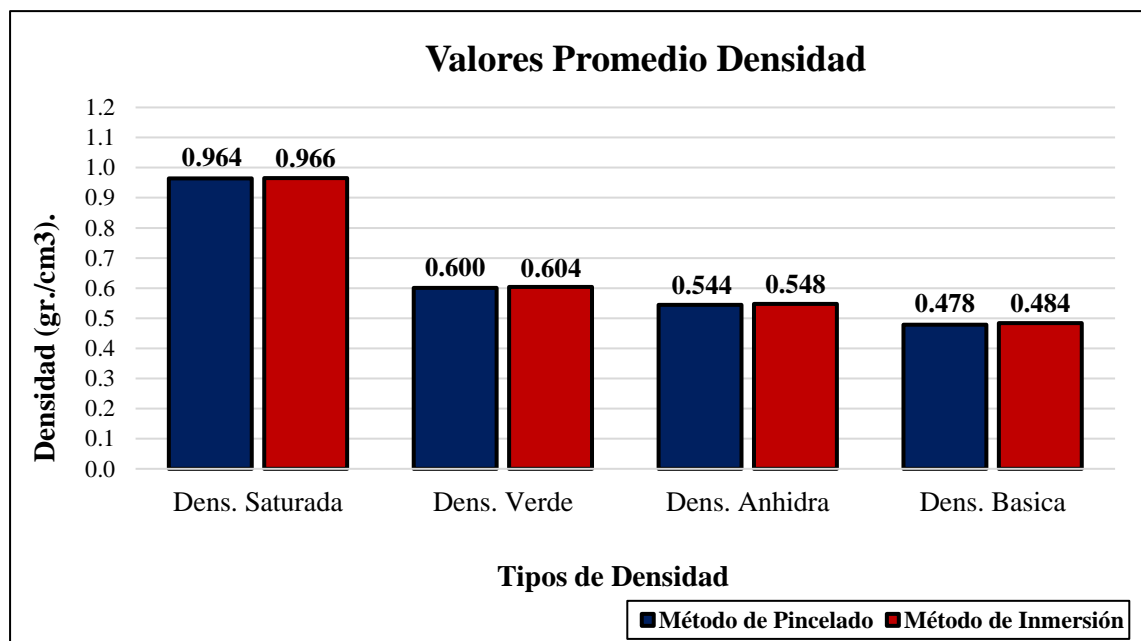
Valor promedio, ensayo físico “*contenido de humedad*”, probetas del método de pincelado e inmersión.



3.1.2. Densidad

Figura 56

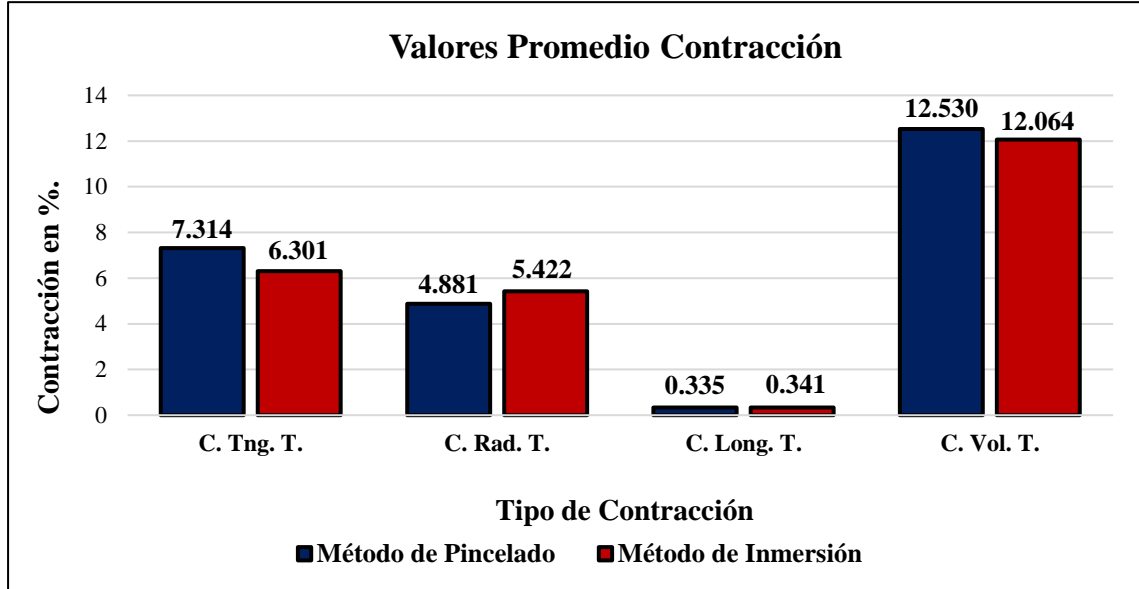
Valor promedio, ensayo físico “*densidad*”, probetas del método de pincelado e inmersión.



3.1.3. Contracción

Figura 57

Valor promedio, ensayo físico “contracción”, probetas del método de pincelado e inmersión.



3.2. PROPIEDADES MECÁNICAS

3.2.1. Compresión paralela a la fibra

Gráficos de resultados: compresión paralela a la fibra.

Figura 58

Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

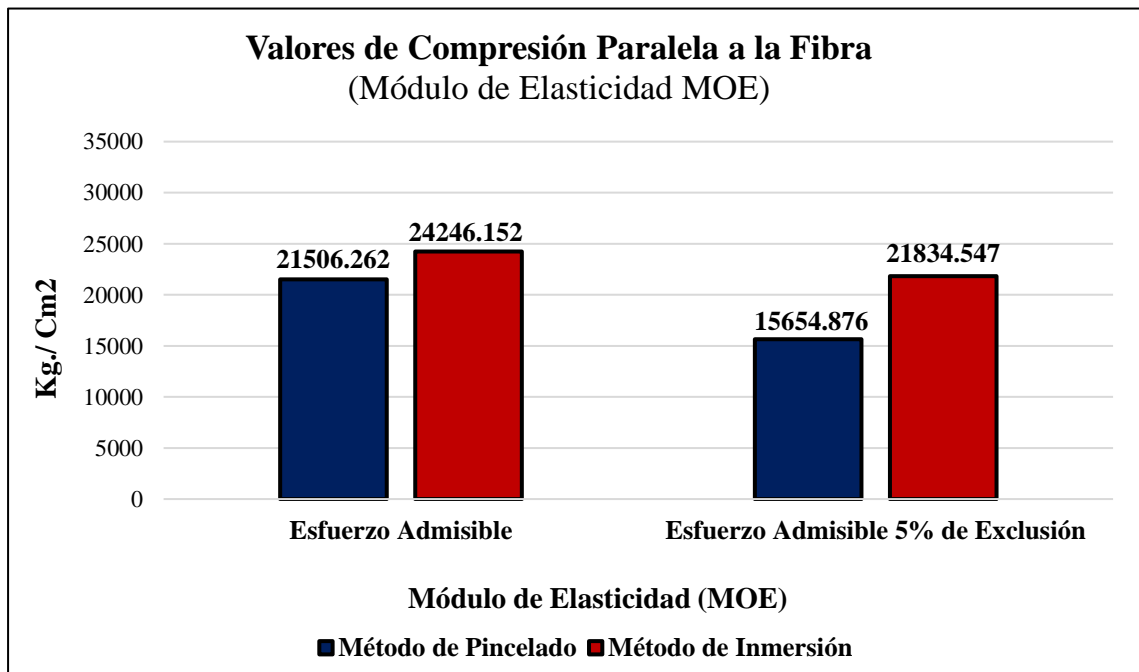


Figura 59

Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

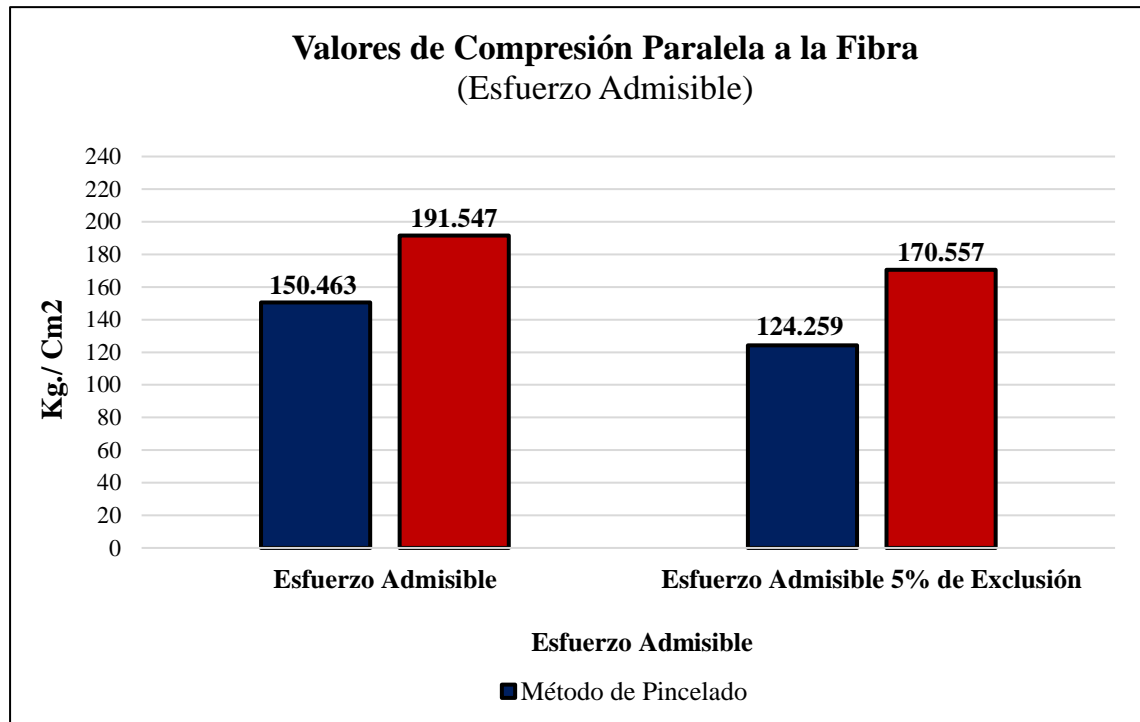


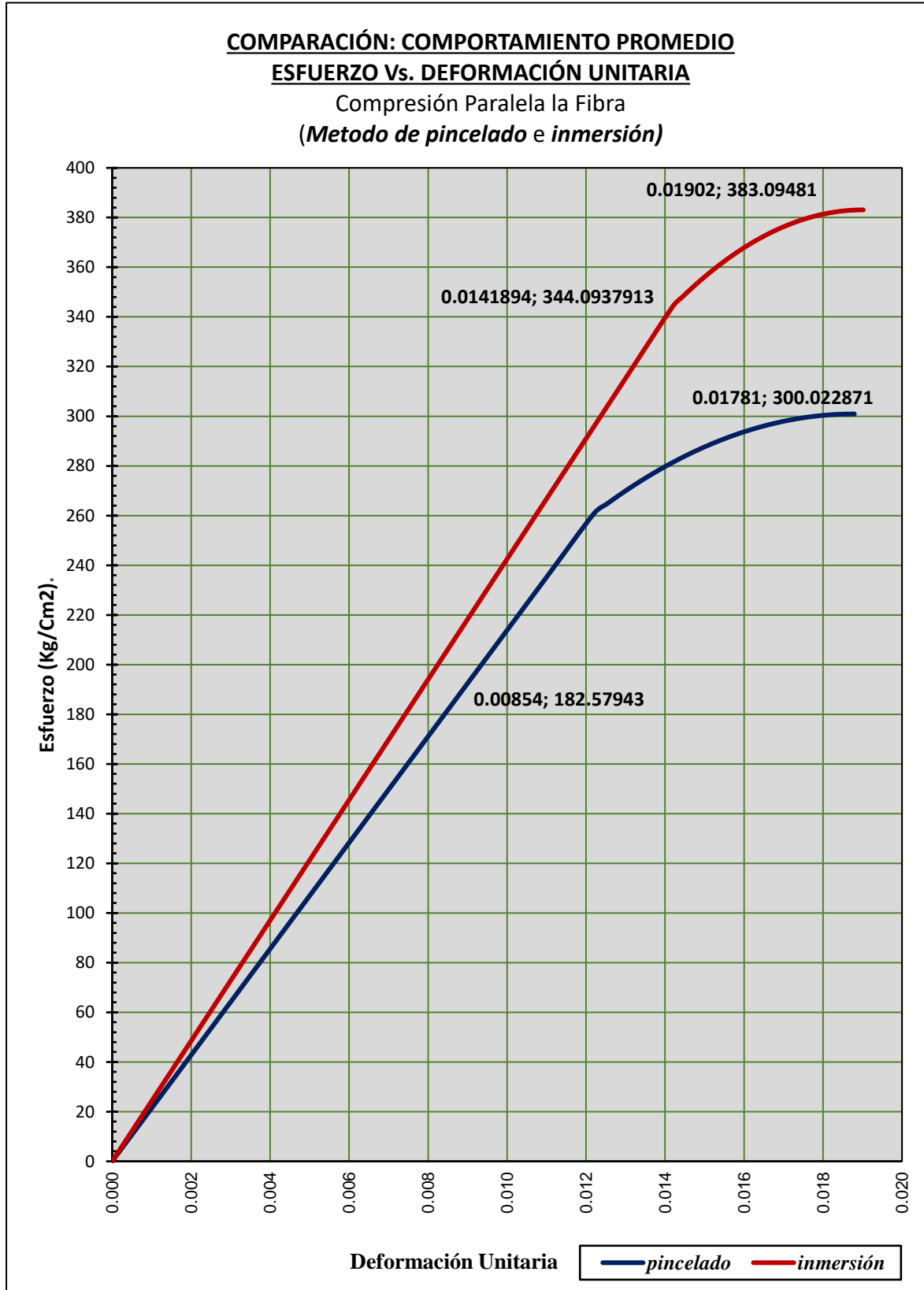
Tabla 102

Resultados finales, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	Método de Pincelado	Método de Inmersión
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	21506.262	24246.152
MOE al Límite de Exclusión del 5%.	15654.876	21834.547
Esfuerzo Admisible Promedio.	150.463	191.547
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	124	171
Esfuerzo Promedio de Rotura.	300.926	383.095
Esfuerzo de Rotura al Límite Exclusión del 5%.	249	341
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	260.792	344.094
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de Exclusión del 5%.	215	284

Figura 60

Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”.



3.2.2 Compresión perpendicular a la fibra

Gráficos de resultados: compresión perpendicular a la fibra.

Figura 61

Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

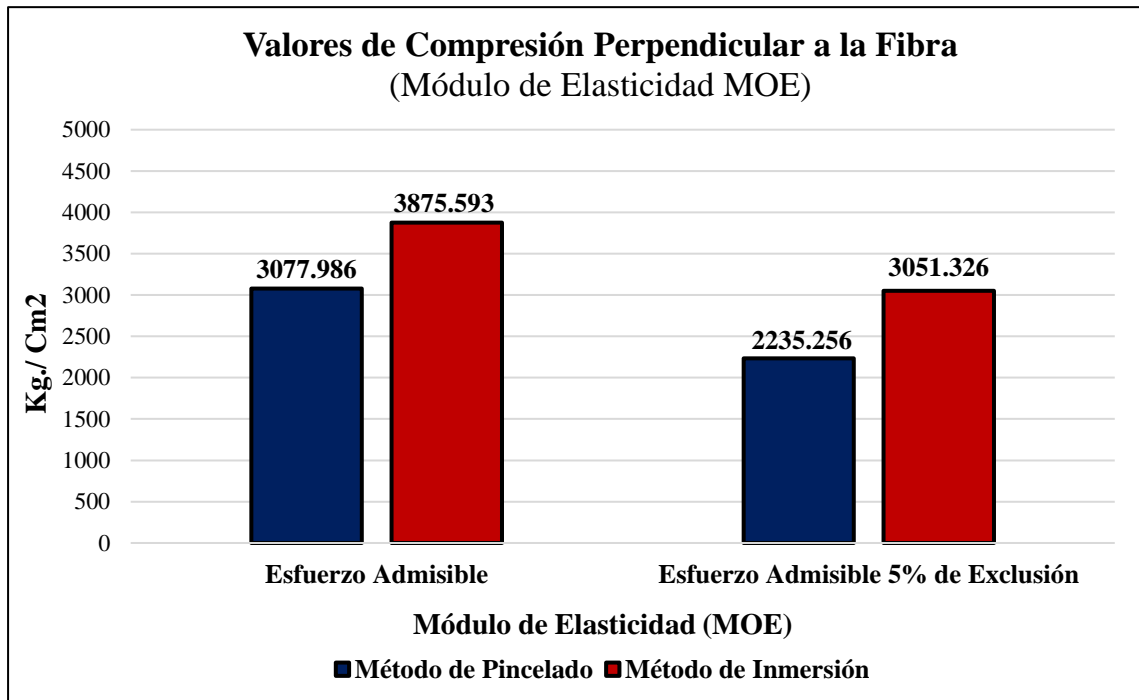


Figura 62

Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

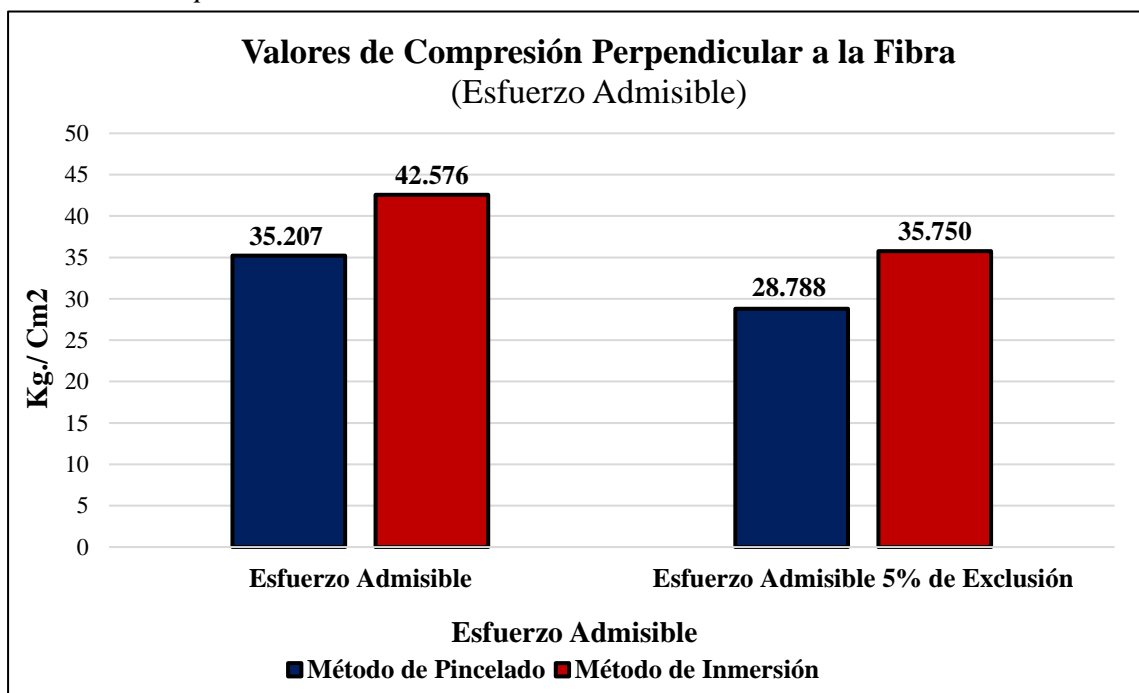


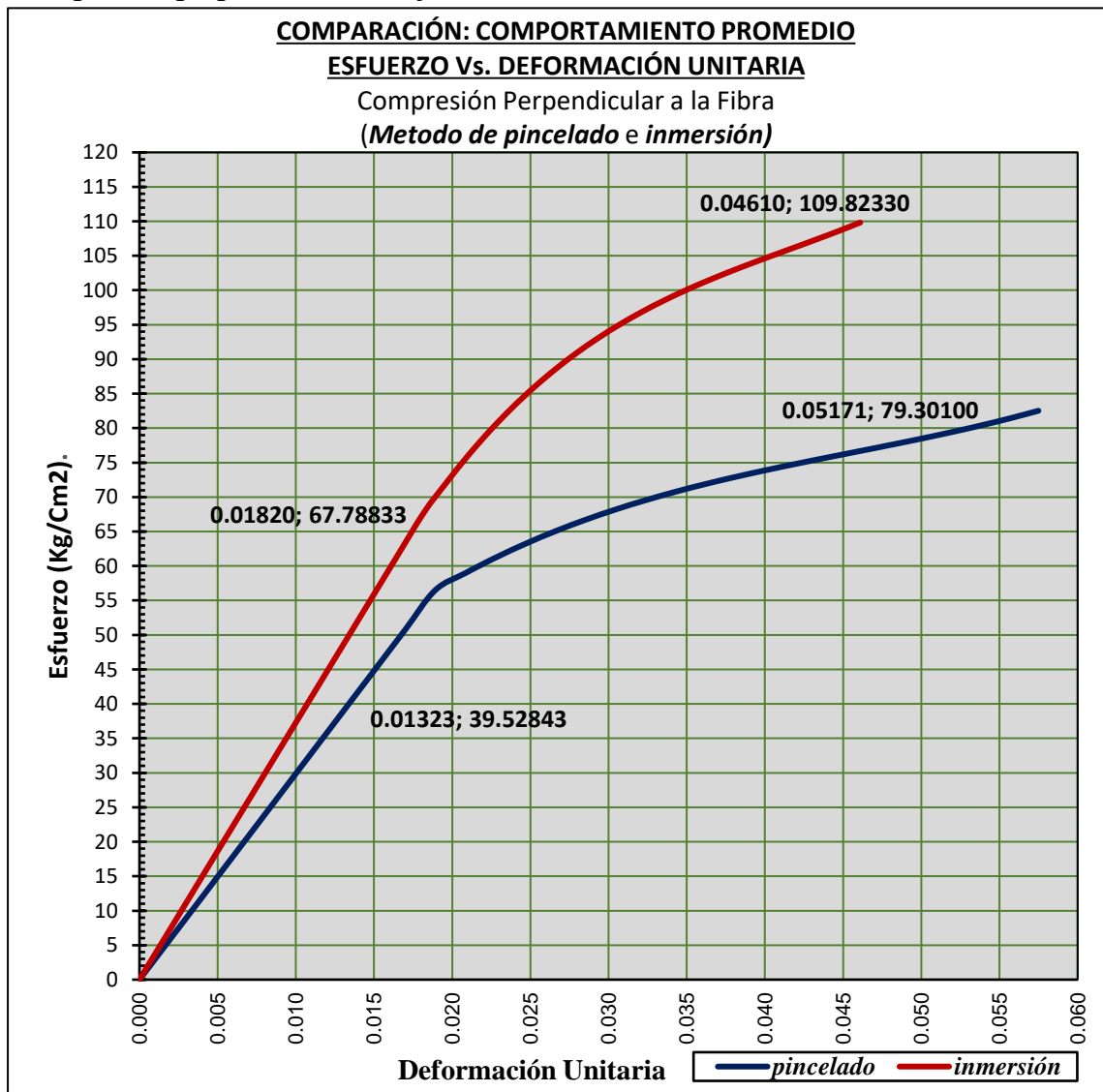
Tabla 103

Resultados finales, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	Método de Pincelado	Método de Inmersión
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	3077.986	3875.593
MOE al Límite de Exclusión del 5%.	2235	3051
Esfuerzo Admisible Promedio.	35.207	42.576
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	29	36
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	56.331	68.122
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de Exclusión del 5%.	44	55

Figura 63

Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”.



3.2.3. Tracción paralela a la fibra

Gráficos de resultados: tracción paralela a la fibra.

Figura 64

Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

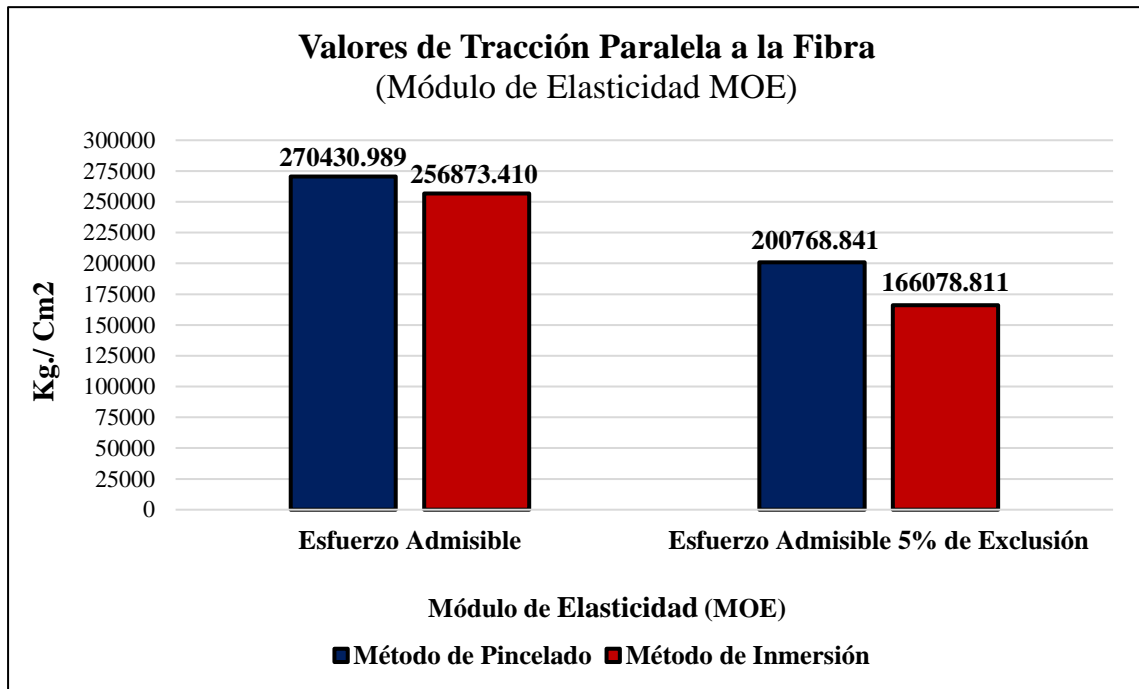


Figura 65

Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

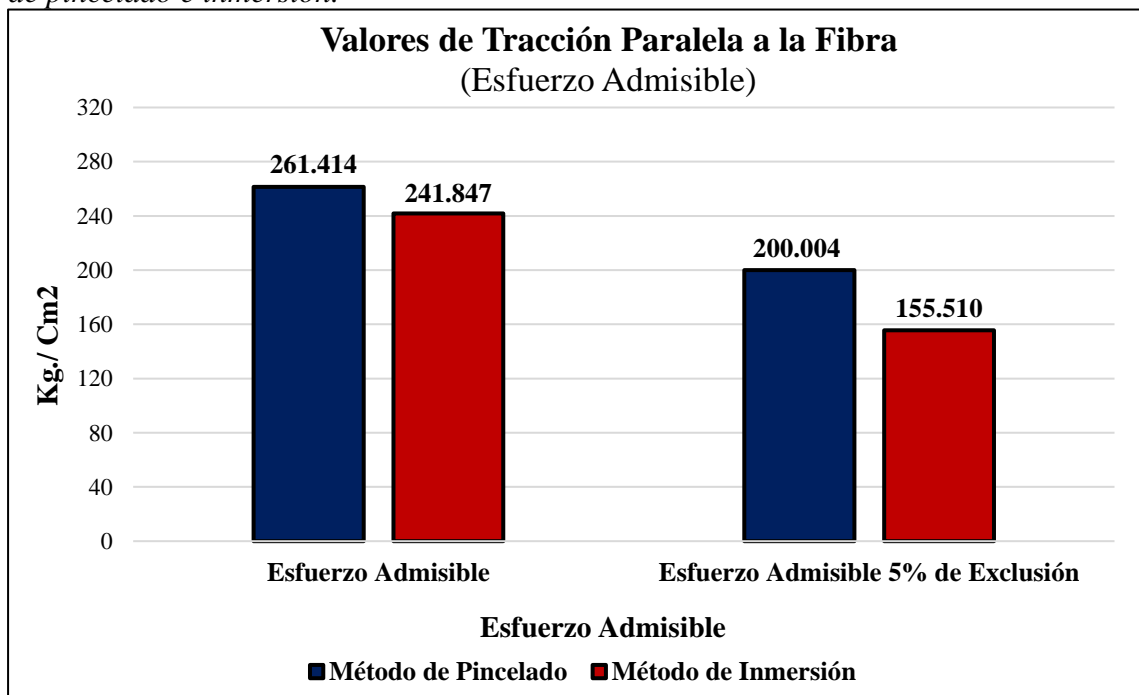


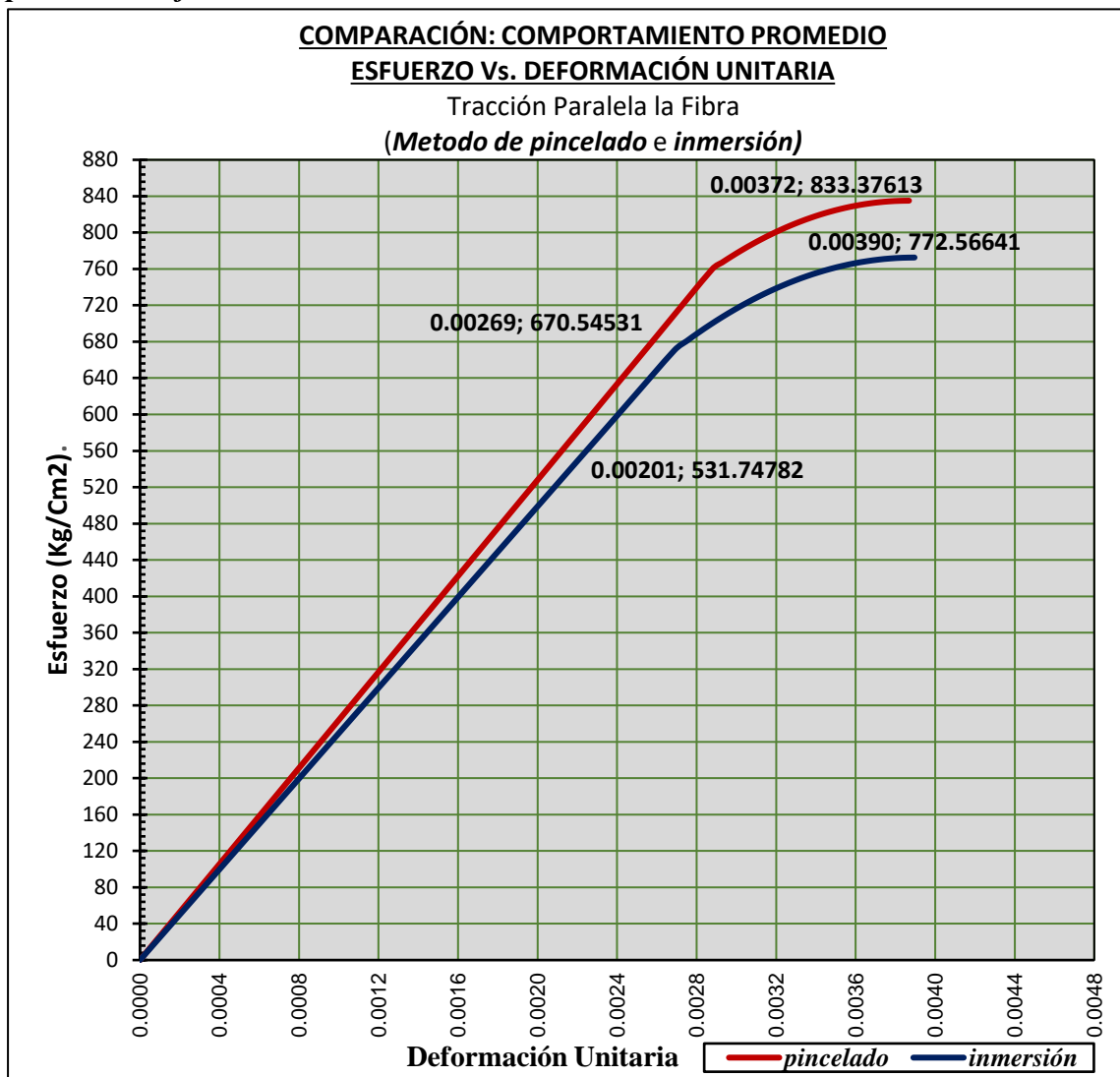
Tabla 104

Resultados finales, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	Método de Pincelado	Método de Inmersión
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	270430.989	256873.410
MOE al Límite de Exclusión del 5%.	200768.841	166078.811
Esfuerzo Admisible Promedio.	261.414	241.847
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	200	156
Esfuerzo Promedio de Rotura.	835.074	772.566
Esfuerzo de Rotura al Límite Exclusión del 5%.	639	438
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	759.642	670.545
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de Exclusión del 5%.	541	363

Figura 66

Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”.



3.2.4. Flexión estática

Gráficos de resultados: flexión estática.

Figura 67

Módulo de Elasticidad (MOE), ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del método de pincelado e inmersión.

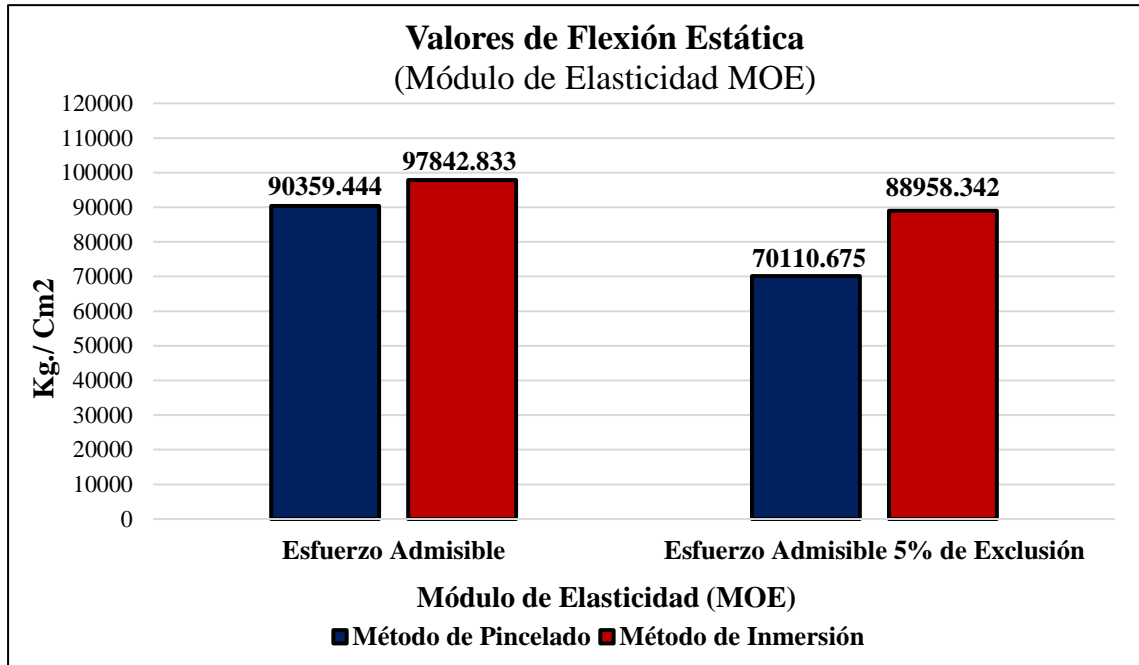


Figura 68

Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del método de pincelado e inmersión.

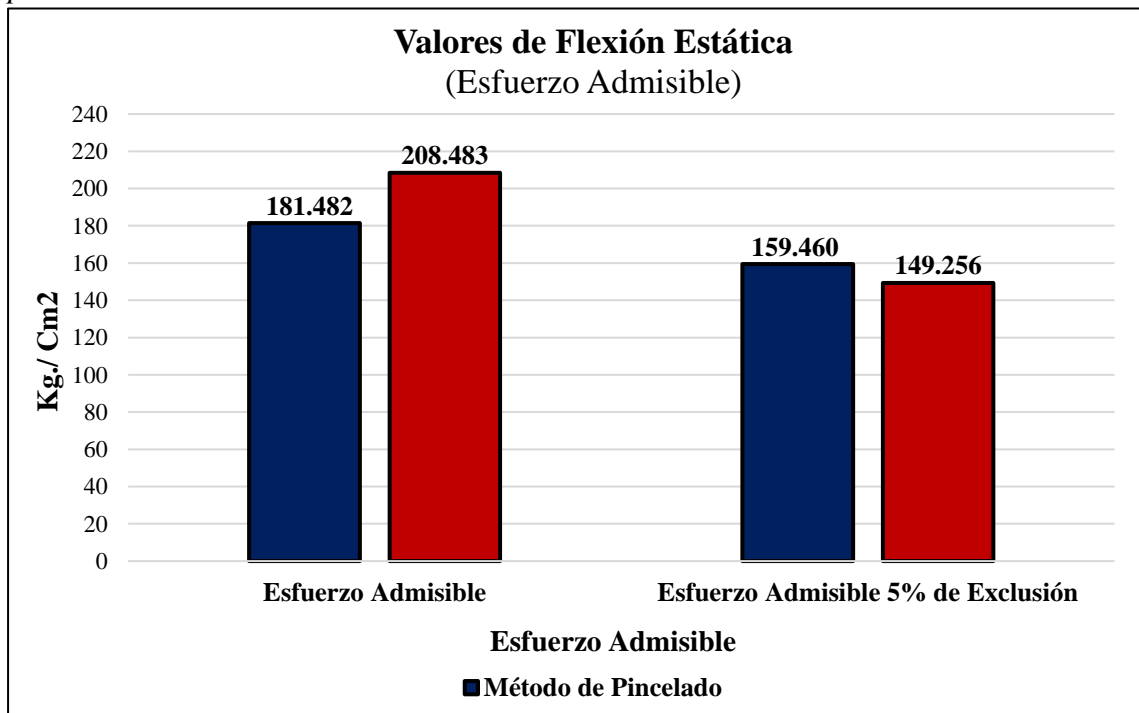


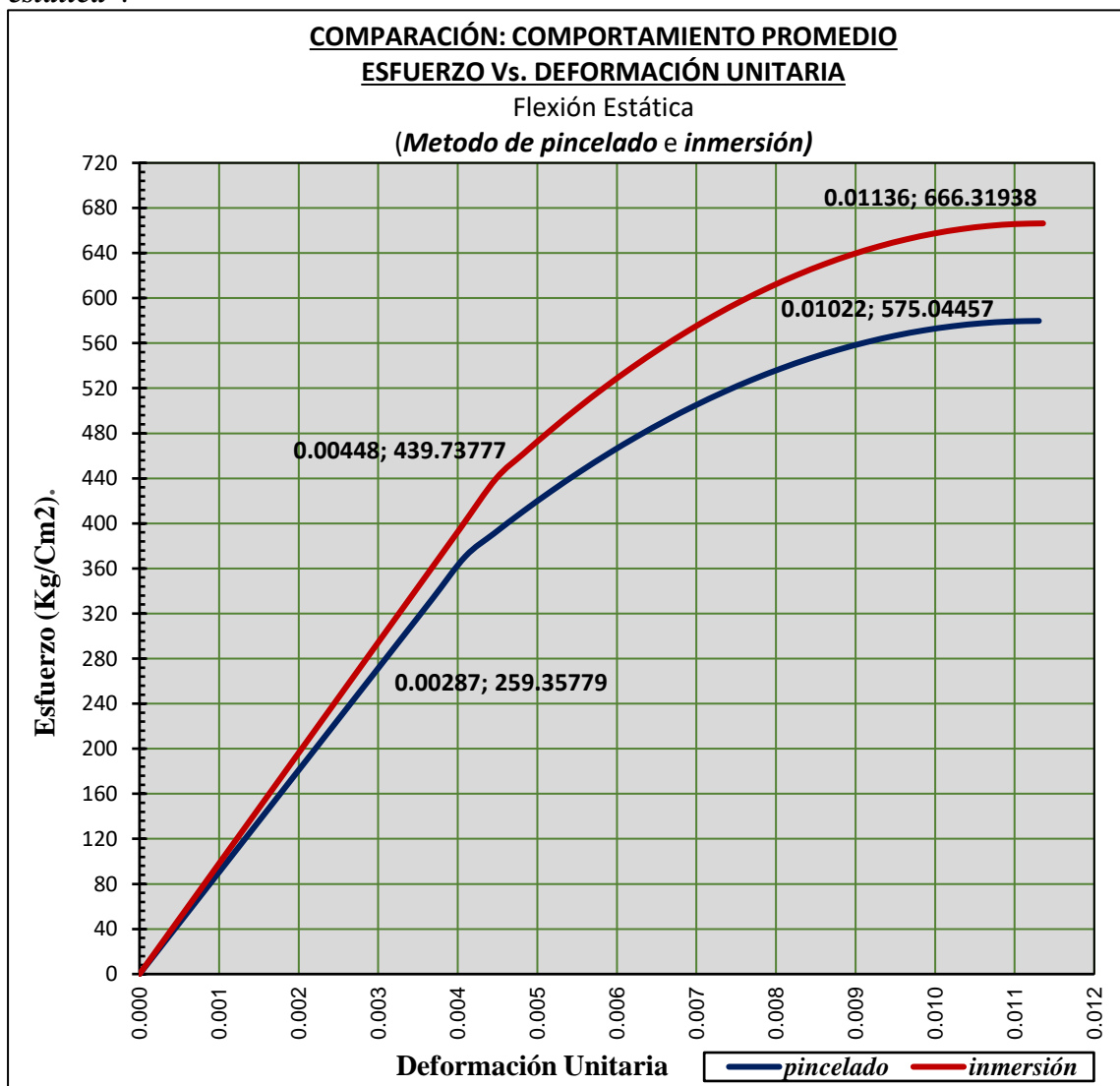
Tabla 105

Resultados finales, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del método de pincelado e inmersión.

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	Método de Pincelado	Método de Inmersión
Módulo de Elasticidad Promedio (MOE).	90359.444	97842.833
MOE al Límite de Exclusión del 5% .	70110.675	88958.342
Esfuerzo Admisible Promedio.	181.482	208.483
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5% .	159	149
Esfuerzo Promedio de Rotura.	579.735	665.986
Esfuerzo de Rotura al Límite Exclusión del 5% .	509	477
Esfuerzo Promedio en el Límite Proporcional.	370.662	439.738
Esfuerzo en el Límite Proporcional al Límite de Exclusión del 5% .	312	233

Figura 69

Comparación gráfica, curva de comportamiento promedio del método de pincelado vs. curva de comportamiento promedio del método de inmersión, ensayo mecánico “flexión estática”.



3.2.5. Corte paralelo a la fibra

Gráficos de resultados: corte paralelo a la fibra.

Figura 70

Esfuerzo Admisible, ensayo mecánico “corte paralelo a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

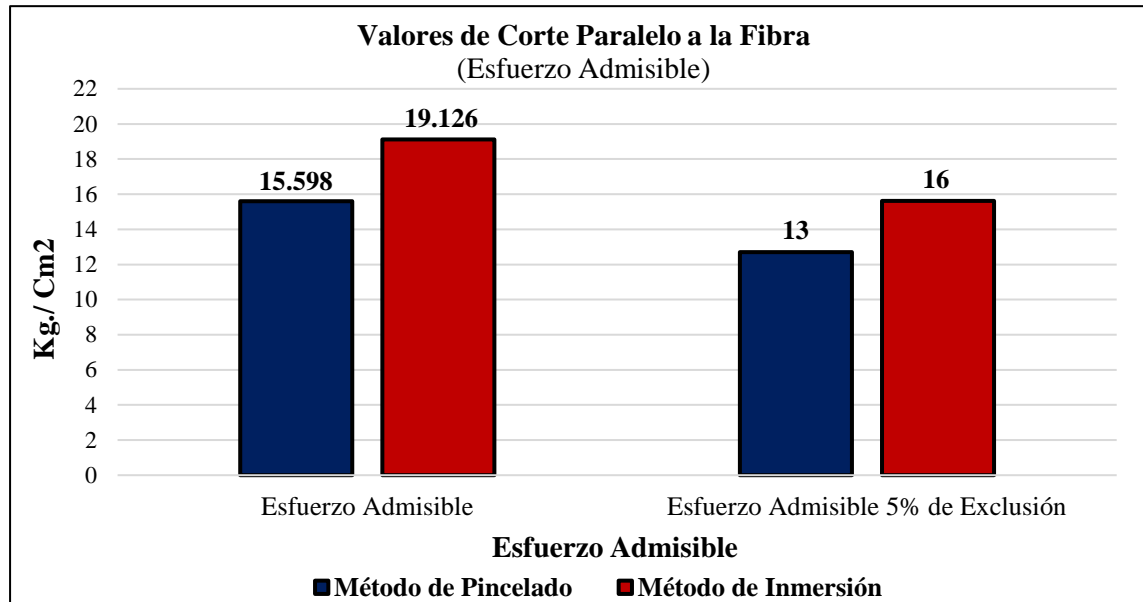


Tabla 106

Resultados finales, ensayo mecánico “corte paralelo a la fibra”, probetas del método de pincelado e inmersión.

PROPIEDAD	Valor en Kg/Cm2	
	Método de Pincelado	Método de Inmersión
Esfuerzo Admisible Promedio.	15.598	19.126
Esfuerzo Admisible al Límite de Exclusión del 5%.	13	16
Esfuerzo Promedio de Corte.	62.392	76.503
Esfuerzo de Corte al Límite de Exclusión del 5%.	51	62

3.2.6. Dureza

Gráficos de resultados: dureza.

Figura 71

Valores promedio, ensayo mecánico “dureza”, probetas del método de pincelado e inmersión.

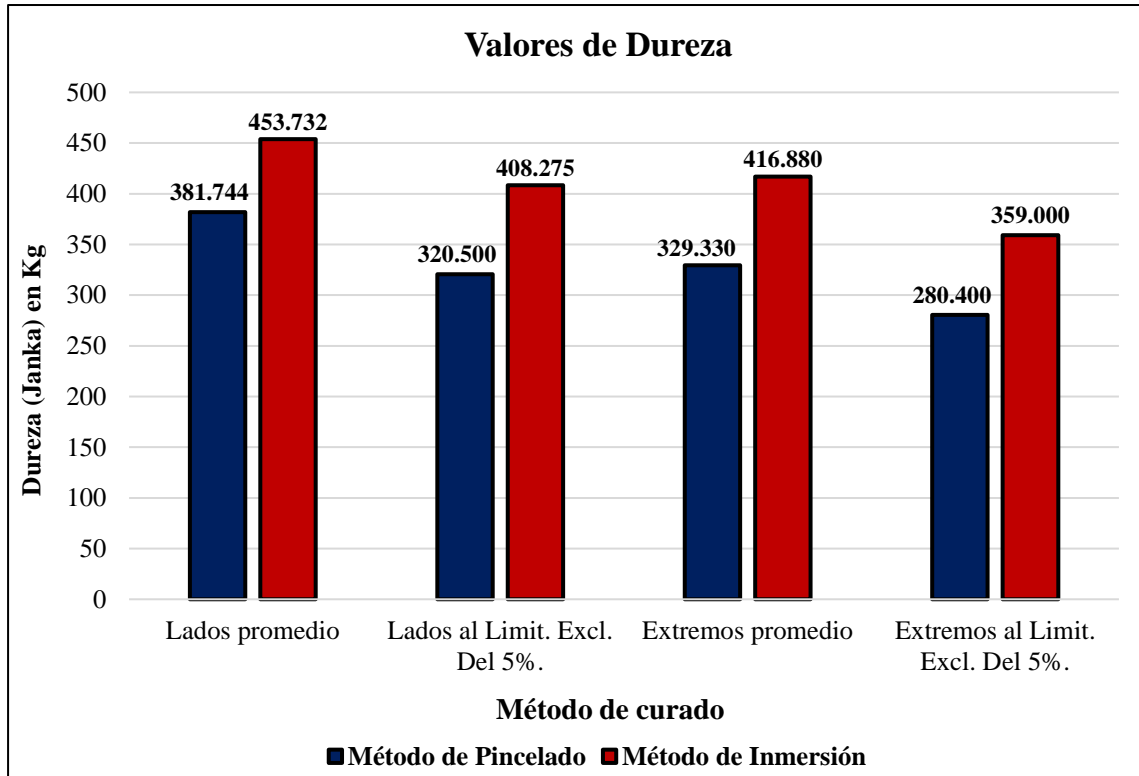


Tabla 107

Resultados finales, ensayo mecánico “dureza”, probetas del método de pincelado e inmersión.

Propiedad	Dureza Janka (Kg)	
	Método de Pincelado	Método de Inmersión
Dureza Promedio, lados.	381.744	453.732
Dureza en lados al Limit. Excl. Del 5%.	321	408
Dureza Promedio, Extremos.	329.330	416.880
Dureza en Extremos al Limit. Excl. Del 5%.	280	359

IV. DISCUSIÓN

A fin de realizar una comparación de resultados obtenidos en los ensayos físicos – mecánicos, se consideró como referencia el trabajo de investigación de Bacalla & Diaz (2017), quienes usaron la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* sin tratamiento de preservación.

4.1. ENSAYOS FÍSICOS:

4.1.1. Contenido de Humedad

El Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.3.1 Contenido de Humedad (CH), establece que el Punto de Saturación de las Fibras (PSF) varía de 25 a 35 por ciento y cuando el CH es menor que el PSF, la madera sufre cambios dimensionales y variación en sus propiedades mecánicas (PADT REFORT, 1984). Relativo a los valores promedio del contenido de humedad de las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* preservadas por el *método de pincelado e inmersión* donde tienen **17.548 %** y **15.066 %** respectivamente, las cuales no superaron el 30 %, lo que indica que las probetas se encontraban por debajo del punto de saturación de las fibras.

El contenido de humedad de las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* tratadas con grasa de vacuno, es inferior al contenido de humedad de estas sin tratar, para esta investigación las probetas se trataron en un periodo de 90 días, a comparación de las probetas que han sido tomados en sus condiciones de humedad natural, esto en referencia de la investigación de Bacalla & Diaz (2017), quienes encontraron que para *Cedrelinga cateniformis* sin tratar; el contenido de humedad promedio es de **72.861 %**.

4.1.2. Densidad

El Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino en su sección 3.5. (Agrupación de Maderas Tropicales en Grupos Estructurales), establece tres grupos estructurales, en función de su resistencia y densidad básica.

Las densidades básicas de la madera del grupo “A” están por lo general en el rango de 0.71 a 0.90 gr/cm³, las del grupo “B” entre 0.56 – 0.70 gr/cm³, las del grupo “C” 0.40 – 0.55 gr/cm³ (PADT REFORT, 1984).

Según Bacalla & Díaz (2017) encontraron que para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, la densidad básica promedio es de 0.49 gr/cm³ con lo cual se acoge al grupo estructural tipo “C”.

Por otro lado, en nuestra investigación encontramos que para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* tratada con grasa de vacuno, la densidad promedio por el **método de pincelado e inmersión** es de **0.478 gr/cm³** y **0.484 gr/cm³** respectivamente, tal como se muestra en la tabla 108, con lo cual también se reclasificaría al grupo estructural tipo “C”.

Tabla 108

Valores promedio según el tipo de densidad.

Tipo de Densidad	Valor promedio en gr/cm ³ de las Densidades en las probetas	
	Mét. de Pincelado	Mét. de Inmersión
Densidad Saturada	0.964	0.966
Densidad Verde	0.600	0.604
Densidad Anhidra	0.544	0.548
Densidad Básica	0.478	0.484

4.1.3. Contracción

El Manual de la Construcción de Viviendas en Maderas por la Corporación Chilena de la Madera, expresa que cuando el contenido de humedad desciende desde el PSF hasta un contenido de humedad menor cualquiera; siempre la contracción volumétrica sería mayor a la contracción tangencial, la contracción tangencial sería mayor a la contracción radial y ésta a su vez sería mayor a la contracción longitudinal (Fritz et al., 2004); por lo que, los resultados finales obtenidos en nuestra investigación para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* cumple con los lineamientos dados por el manual.

Kollman *et al* (1968), en el manual del grupo andino en la sección 1.3.2, indica que la relación CT/CR (Contracción Tangencial / Contracción Radial) varía de **1.65** a **2.30** (PADT REFORT, 1984), por lo que, el valor de esta relación encontrado en la investigación de Bacalla & Díaz (2017) para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* es de **1.69**. En cambio, en nuestra investigación por los **métodos de curado de pincelado e inmersión** es de **1.50** y **1.16** respectivamente, los cuales se encuentran por debajo del rango establecido por Kollman, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 109

Valores promedio según el tipo de contracción.

Tipo de Contracción	Valor Promedio en % de la Contracción en las Probetas		Coeficiente de Relación CT/CR	
	Pincelado	Inmersión	Pincelado	Inmersión
Contracción Tangencial	7.314	6.301	1.50	1.16
total Radial	4.881	5.422		

4.2. ENSAYOS MECÁNICOS:

4.2.1. Compresión Paralela a la Fibra

El Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino, en su sección 1.4.1 (Resistencia a la Compresión Paralela), hace referencia que los valores del esfuerzo de rotura en compresión paralela a las fibras para ensayos de laboratorio varían entre 100 y 900 kg/cm² para maderas tropicales y que esta variación es en función de la densidad básica (entre 0.2 gr/cm³ y 0.8 gr/cm³); cabe agregar que el límite proporcional es aproximadamente el 75 por ciento del esfuerzo máximo y la deformación es del orden del 60 por ciento de la máxima (PADT REFORT, 1984). Por lo que, el valor de esta relación encontrado en la investigación de Bacalla & Díaz (2017) para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* es de **243 kg/cm³**.

En esta investigación el esfuerzo de rotura en compresión paralela a la fibra obtenida para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por los **métodos de curado de pincelado e inmersión** es en promedio **330.926 kg/cm²** y **383.095 kg/cm²** y para una densidad básica promedio de **0.478 gr/cm³** y **0.484 gr/cm³** respectivamente, tal como se muestra en la tabla 110, lo cual se encuentra dentro del rango dado por el Manual de Diseño del Grupo Andino (PADT REFORT, 1984); asimismo la relación entre el esfuerzo al límite proporcional y el esfuerzo máximo, así como la deformación en el límite proporcional y la deformación máxima de los resultados de nuestra investigación, se aproximan a los parámetros considerados por el Manual.

Tabla 110

Porcentaje de límite proporcional con respecto al límite de rotura para compresión paralela a la fibra (probetas del método de pincelado e inmersión).

Tipo de curado	Valor del Esfuerzo en (Kg/Cm ²) Compresión Paralela a la Fibra		Deformación Unitaria Compresión Paralela a la Fibra		% del límite proporcional con respecto al límite de rotura.	
	Limit. Prop.	Máximo	Limit. Prop.	Máximo	En esfuerzo	En deformación
Método de pincelado	260.79228	300.92611	0.01220	0.01879	86.66%	64.90%
Método de inmersión	344.09379	383.09481	0.01419	0.01902	89.82%	74.61%

Según Bacalla & Díaz (2017) el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* sin tratamiento es de 80 kg/cm² y el esfuerzo admisible promedio para compresión paralela a la fibra es de 122 kg/cm²,

estos valores están dentro del valor numérico establecido en la tabla 7.1 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (PADT REFORT, 1984), el cual indica que para maderas del grupo estructural tipo “C”, el esfuerzo máximo admisible es de 80 Kg/cm².

En nuestra investigación el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por los **métodos de curado de pincelado e inmersión** es de **124 kg/cm²** y **171 kg/cm²**, y el esfuerzo admisible promedio es de **151 kg/cm²** y **192 Kg/cm²** respectivamente, estos valores están por encima del valor numérico establecido en la tabla 7.1 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, el cual indica que para maderas del grupo estructural tipo “A”, el esfuerzo máximo admisible tiene un valor de **145 Kg/cm²**.

La figura 62, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando los puntos correspondientes al límite proporcional y al esfuerzo de rotura de las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por los **métodos de curado de pincelado e inmersión** ante esfuerzos de compresión paralela a la fibra. También nos indica que para un mismo esfuerzo de compresión paralela a la fibra (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de las probetas en el **método de inmersión** es mayor a la deformación unitaria por el **método de pincelado**; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la compresión paralela a la fibra de las probetas por el **método de pincelado** es menor a la respuesta mecánica a la compresión paralela a la fibra de las probetas por el **método de inmersión**.

4.2.2. Compresión Perpendicular a la Fibra

En el Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.2 (Resistencia a la Compresión Perpendicular) indica que los valores del esfuerzo al límite proporcional en compresión perpendicular a las fibras varían entre 1/4 a 1/5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela (PADT REFORT, 1984).

En nuestra investigación, el esfuerzo en el límite proporcional en compresión perpendicular a la fibra para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por los **métodos de curado de pincelado e inmersión** es de **56.331 kg/cm²** y **68.122 kg/cm²** respectivamente, los cuales corresponde al orden de 1/5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 111

Relación: Esfuerzo en el límite proporcional compresión paralela a la fibra – Esfuerzo en el límite proporcional compresión perpendicular a la fibra de los métodos de curado de pincelado e inmersión.

Tipos de curados	Valor del Esfuerzo en el Límite Proporcional (Kg/Cm2) Comp. Par. a la Fibra	Valor del Esfuerzo en el Límite Proporcional (Kg/Cm2) Comp. Perp. a la Fibra	Relación: $\frac{\sigma_{LP} \text{ Comp. Par. Fibra}}{\sigma_{LP} \text{ Comp. Perp. Fibra}}$
Método de pincelado	260.79228	56.33116	4.6296
Método de inmersión	344.09379	68.12175	5.0512

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a compresión perpendicular a la fibra para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por los **métodos de curado de pincelado e inmersión** encontrados por nuestra investigación es de **29 kg/cm²** y **36 kg/cm²**, y el esfuerzo admisible promedio es de **35.207 kg/cm²** y **42.576 kg/cm²** respectivamente. Atendiendo a las tablas 7.1, 8.5 y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (PADT REFORT, 1984), estos valores son superiores a lo establecido para maderas del grupo estructural tipo “C” y “B”, que tienen **15 kg/cm²** y **28 kg/cm²** respectivamente, en el caso del **método de inmersión** supera el grupo estructural tipo “A”, el cual tiene un valor de **40 kg/cm²**. Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.2, es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% para los **métodos de curado de pincelado e inmersión** es de **29 kg/cm²** y **36 kg/cm²**, y el esfuerzo admisible promedio es de **35.207 kg/cm²** y **42.576 kg/cm²** respectivamente.

Por su parte, Bacalla & Díaz (2017) en su investigación, encuentran que el esfuerzo en el límite proporcional en compresión perpendicular a la fibra para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* es de 55.776 kg/cm², el cual corresponde al orden de 1/3.5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela, el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 26 kg/cm² y el esfuerzo admisible promedio es de 34.860 kg/cm².

La figura 65, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando el punto correspondiente al límite proporcional de las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por el *método de curado de pincelado e inmersión* ante esfuerzos de compresión perpendicular a la fibra. También nos indica que para un mismo esfuerzo de compresión perpendicular a la fibra (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de las probetas por el *método de pincelado* es mayor a la deformación unitaria de las probetas por el *método de inmersión*; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la compresión perpendicular a la fibra de las probetas *por el método de pincelado* es menor a la respuesta mecánica a la compresión perpendicular a la fibra de las probetas por el *método de inmersión*.

4.2.3. Tracción Paralela a la fibra

En la sección 1.4.3 (Resistencia a la Tracción) del Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino establece que la resistencia a la tracción paralela en especímenes pequeños libres de defectos es aproximadamente 2 veces la resistencia a la compresión paralela, además señala que el valor típico que caracteriza a este ensayo es el esfuerzo de rotura que varía entre 500 y 1500 kg/cm². (PADT REFORT, 1984). En nuestra investigación la resistencia a la tracción paralela a la fibra obtenida para probetas de la especie maderable por los *métodos de curado de pincelado e inmersión* en relación con la resistencia a la compresión paralela encontrada, los resultados obtenidos se aproximan a los valores del Manual, como se puede apreciar en la siguiente tabla 112, el esfuerzo de rotura relativo a tracción paralela a la fibra obtenida es de **835.074 kg/cm²** para probetas por el *método de pincelado* y de **772.566 kg/cm²** para probetas por el *método de inmersión*, tal como se muestra en la tabla 112, lo cual se encuentra en el rango de esfuerzo de rotura establecido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (PADT REFORT, 1984).

Tabla 112

Relación: Esfuerzo de tracción paralela a la fibra – Esfuerzo de compresión paralela a la fibra de los métodos de curado de pincelado e inmersión.

TIPO DE ESFUERZO	Tracción Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)		Compresión Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)		Relación: Esf. Tracc. Par. / Esf. Comp. Par.	
	<i>Método de pincelado</i>	<i>Método de inmersión</i>	<i>Método de pincelado</i>	<i>Método de inmersión</i>	<i>Método de pincelado</i>	<i>Método de inmersión</i>
Esfuerzo de Rotura	835.074	772.566	300.926	383.095	2.8	2.0
Esfuerzo en el Límite Proporcional	759.642	670.545	260.792	344.094	2.9	1.9
Esfuerzo Admisible	261.414	241.847	150.463	191.547	1.7	1.3
	PROMEDIO (Aprox. 2)				2.5	1.7

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a tracción paralela a la fibra para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por los **métodos de curado de pincelado e inmersión** es de **200 kg/cm²** y **156 kg/cm²** y el esfuerzo admisible promedio relativo es de **261.414 kg/cm²** y **241.847 kg/cm²** respectivamente. Atendiendo a las tablas 7.1, 9.2 y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, estos valores son superiores a lo establecido para maderas del grupo estructural tipo “C”, “B” y “A”, el cual establece un valor de 75 kg/cm², 105 kg/cm² y 145 kg/cm² respectivamente, para el esfuerzo máximo admisible de tracción paralela a la fibra. Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.3 (PADT REFORT, 1984), es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* del bosque Santo Domingo, los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% por el **método de pincelado e inmersión** es de **200 kg/cm²** y **156 kg/cm²**, y el esfuerzo admisible promedio es de **261.414 kg/cm²** y **241.847 kg/cm²** respectivamente.

Por su parte, Bacalla & Díaz (2017) en su investigación, encuentran que el esfuerzo de rotura relativo a tracción paralela a la fibra para probetas de *Cedrelinga cateniformis* es de 505.485 kg/cm², el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de 96 kg/cm² y el esfuerzo admisible promedio es de 158.239 kg/cm².

La figura 68, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando el punto correspondiente al límite proporcional y el punto correspondiente al esfuerzo de rotura de las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por el **método de curado de pincelado e inmersión** ante esfuerzos de tracción paralela a la fibra. También nos indica que para un mismo esfuerzo de tracción paralela a la fibra (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por el **método de inmersión** es mayor a la deformación unitaria de las probetas por el **método de pincelado**; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la tracción paralela a la fibra de las probetas por el **método de inmersión** es menor a la respuesta mecánica a la tracción paralela a la fibra de las probetas por el **método de pincelado**.

4.2.4. Flexión Estática

En la sección 1.4.5 (Resistencia a la Flexión Paralela al Grano) del Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino establece que la resistencia a la flexión resulta en esfuerzos mayores que los de compresión y menores que los de tracción; adicionalmente considera que la carga en el límite proporcional es aproximadamente el 60% de la carga máxima. También señala que en ensayos de probetas pequeñas libres de defectos los valores promedios de la resistencia a la flexión varían entre 200 kg/cm² y 1700 kg/cm² dependiendo de la densidad de la especie y el contenido de humedad (PADT REFORT, 1984). Los resultados obtenidos en nuestra investigación, respecto a la resistencia a flexión para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por los **métodos de curado de pincelado e inmersión**, cumplen con los parámetros dados por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 113

Relaciones esfuerzos: Compresión paralela a la fibra – Flexión estática – Tracción paralela a la fibra, probetas del método de pincelado e inmersión.

TIPO DE ESFUERZO	Compresión Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)			Flexión Estática (Kg/cm ²)			Tracción Paralela a la Fibra (Kg/cm ²)	
	<i>Método de pincelado</i>	<i>Método de inmersión</i>	(> ó <) que	<i>Método de pincelado</i>	<i>Método de inmersión</i>	(> ó <) que	<i>Método de pincelado</i>	<i>Método de inmersión</i>
Esfuerzo en el Límite Proporcional	260.79228	344.094	<	370.662	439.738	<	759.642	670.545
Esfuerzo Máximo	300.92611	383.095	<	579.735	665.986	<	835.074	772.566
Relación porcentaje esfuerzo en el límite proporcional - Esfuerzo máximo				63.94%	66.03%			

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a Flexión Estática para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por el **método de curado de pincelado** encontrada por nuestra investigación es de **159 kg/cm²**, el esfuerzo admisible promedio relativo es de **181.482 kg/cm²**, el módulo de elasticidad al límite de exclusión del 5% es de **70110.675 kg/cm²** y el módulo de elasticidad promedio es de **90359.444 kg/cm²**; estos valores superan a lo establecido en las tablas 7.1, 7.2, 8.2, 8.3, 9.2, 9.3 y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (PADT REFORT, 1984), las cuales establecen valores relativos a Flexión Estática de: 100 kg/cm² y 150 kg/cm² para el esfuerzo máximo admisible de los grupos estructurales tipo “C” y “B” respectivamente, 55000 kg/cm² para el módulo de elasticidad al 5% del límite de exclusión y 90000 kg/cm² para el módulo de elasticidad promedio para las maderas que pertenecen grupo estructural

tipo “C”. Respecto a los valores relativos a flexión estática para probetas por el *método de curado de inmersión*, el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% es de **149 kg/cm²**, y el esfuerzo admisible promedio es de **208.483 kg/cm²**, el módulo de elasticidad al límite de exclusión del 5% es **88 958.342 kg/cm²** y el módulo de elasticidad promedio es **97 842.833 kg/cm²**. Atendiendo a las tablas anteriormente mencionadas del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, estos valores se aproximan y superan a lo establecido para maderas del grupo estructural tipo “B”, el cual establece un valor de 150 kg/cm² para el esfuerzo máximo admisible, 75 000 kg/cm² para el módulo de elasticidad al 5% del límite de exclusión y 100 000 kg/cm² para el módulo de elasticidad promedio para las maderas que pertenecen grupo estructural tipo “B”. Sin embargo, lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.5 (PADT REFORT), es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% por los *métodos de curado de pincelado e inmersión* es de **159 kg/cm²** y **149 kg/cm²**, el esfuerzo admisible promedio es de **181.482 kg/cm²** y **208.483 kg/cm²**, el módulo de elasticidad al límite de exclusión del 5% es de **70 110.675 kg/cm²** y **88 958.342 kg/cm²**; y el módulo de elasticidad promedio es de **90 359.444 kg/cm²** y **97 842.833 kg/cm²** respectivamente.

Por su parte, Bacalla & Díaz (2017) en su investigación encuentran que el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a flexión estática para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* encontrada por su investigación es de 102 kg/cm², el esfuerzo admisible promedio es de 144.824 kg/cm², el módulo de elasticidad al límite de exclusión del 5% es de 57 328.727 kg/cm² y el módulo de elasticidad promedio es de 74 395.017 kg/cm².

La figura 71, indica el comportamiento mecánico promedio, mostrando el punto correspondiente al límite proporcional y el punto correspondiente al esfuerzo de rotura de las probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* por el *método de pincelado e inmersión* ante esfuerzos flexocompresionantes. También nos indica que para un mismo esfuerzo de flexocompresión (dentro de los rangos elásticos) la deformación unitaria de

las probetas de *Cedrelinga cateniformis* por el **método de inmersión** es mayor a la deformación unitaria de las probetas por el **método de pincelado**; así mismo se observa claramente que la respuesta mecánica a la flexión estática de las probetas de *Cedrelinga cateniformis* por el **método de pincelado** es menor a la respuesta mecánica a la tracción paralela a la fibra de las probetas por el **método de inmersión**.

4.2.5. Corte paralelo a la fibra

En la sección 1.4.4 (Resistencia al Corte) del Manual de Diseño Para Maderas del Grupo Andino establece que el esfuerzo de rotura en probetas sometidas a corte paralelo varía entre 25 kg/cm² y 200 kg/cm² en promedio, también hace mención que este esfuerzo casi siempre se presenta combinado con otros lo que puede resultar en menores valores (PADT REFORT, 1984). En nuestra investigación se obtuvo valores para el esfuerzo de rotura del corte paralelo a la fibra para probetas de *Cedrelinga cateniformis* por el **método de pincelado e inmersión** de **62.392 kg/cm²** y **76.503 kg/cm²** respectivamente, con referencia a lo anterior, estos valores se encuentran en el rango establecido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

El esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a Corte Paralelo a las Fibras para probetas de *Cedrelinga cateniformis* por el **método de curado de pincelado e inmersión** obtenida en nuestra investigación es de **13 kg/cm²** y **16 kg/cm²** respectivamente, y el esfuerzo admisible obtenida es de **15.598 kg/cm²** y **19.126 kg/cm²**; estos valores superan a lo establecido en las tablas 7.1, 8.4, y 13.2 del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino para maderas del grupo estructural tipo “C”, “B” y “A”, las cuales establecen un valor de 8 kg/cm², 12 kg/cm² y 15 kg/cm² respectivamente para el esfuerzo máximo admisible relativo a corte paralelo a las fibras (PADT REFORT, 1984). Sin embargo lo referido por el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino en su sección 1.4.4, es el producto del promedio del estudio de 104 especies, además la resistencia de la madera presenta una variabilidad natural, resultante de las condiciones climáticas locales y las características de crecimiento del árbol; no obstante nosotros hemos desarrollado de manera correcta y minuciosa tanto los ensayos en laboratorio como el trabajo de gabinete, por lo que establecemos que para la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* del bosque Santo Domingo los valores para el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% por el **método de pincelado e inmersión** es de 13 kg/cm² y 16 kg/cm², y el esfuerzo admisible promedio es de 15.598 kg/cm² y 19.126 kg/cm² respectivamente.

Por su parte, Bacalla & Díaz (2017) en su investigación encuentran que el esfuerzo admisible al límite de exclusión del 5% relativo a corte paralelo a las fibras para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* es de 17 kg/cm² y el esfuerzo admisible promedio es de 22.948 kg/cm²

4.2.6. Dureza

Los resultados obtenidos para probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* **por el método de curado de pincelado e inmersión** para la dureza promedio de sus lados es **381.744 kg** y **453.732 kg** respectivamente, y se puede observar que son mayores que la dureza promedio de sus extremos que son **329.330 kg** y **416.880 kg** respectivamente.

Por su parte, Bacalla & Díaz (2017) en su investigación encuentran que la dureza promedio de sus lados es 433.589 kg, el cual es mayor que la dureza promedio de sus extremos que son 401.338 kg.

En la figura 72, se aprecia que la resistencia mecánica a la penetración de las probetas por el **método de inmersión** es mayor a la resistencia mecánica de las probetas por el **método de pincelado**.

V. CONCLUSIONES

- La caracterización físico – química de la grasa de vacuno, identifica valores de grasa Monoinsaturada 59.12/100 gr, grasa Polinsaturada 0.01/100 gr y grasa Saturada 30.45/100 gr, que sugieren su uso como preservante natural, puesto que asciende las propiedades de la madera a clase “B”.
- La madera tratada con grasa de vacuno presenta un mejor comportamiento ante variaciones externas que la madera sin tratamiento. Las propiedades físicas de las maderas tratadas por el *método de pincelado*, presentaron valores superiores con respecto a las maderas por el *método de inmersión*.
- Las propiedades mecánicas de las probetas tratadas por el *método de inmersión*, alcanzaron un valor superior a las sollicitaciones tanto internas como externas respecto al *método de pincelado*, puesto que el primero alcanza una profundidad media de penetración en la madera, siendo el segundo solo de alcance superficial, no llegando a capas más internas.
- Los resultados del modelamiento estructural en el Software SAP 2000, procesado con los datos obtenidos de los ensayos físico-mecánicos, demuestran que la madera tratada con grasa de vacuno presentó un comportamiento estructural superior a los diseños convencionales con madera sin tratamiento.
- Esta investigación sugiere los usos potenciales para la especie maderable preservada con grasa de vacuno en vigas, columnas, tijerales de madera, contrachapados, encofrados, carpintería y ebanistería.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* tratada con grasa de vacuno por el método de inmersión en la construcción de estructuras, debido a que presenta mejores resultados en sus propiedades mecánicas que la madera tratada por el método de pincelado.
- El presente trabajo de investigación es solamente el inicio de un estudio que esperamos sea el medio básico o introductorio para el desarrollo de nuevas investigaciones relativas a alteraciones de las propiedades físico - mecánicas de maderas, utilizando otros métodos de preservación y otros preservantes, por lo que debe ampliarse.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfieri, P. (2018). *Control del deterioro de la madera mediante la acción de nano-impregnantes y recubrimientos sol-gel a base de silanos* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio Institucional UNLP. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66389/Documento_completo_.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Andrade, C. (2014). *Determinación de la eficacia en laboratorio de una pintura en mezcla con preservante antimancha, para madera serrada de Pinus radiata* [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. Repositorio Institucional UACH. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fifa553d/doc/fifa553d.pdf>
- ASTM (American Society for Testing and Materials). (1996). *Annual Book of ASTM Standards. Section 4 Construction. Volume 04.10 Wood. ASTM D – 143-94 Mechanical tests of Wood* (first edition). Pennsylvania, United States: ASTM.
- Bacalla, J. & Díaz, M. (2017). *Características estructurales de las especies maderables Cedrelinga cateniformis e Inga sp. para armaduras en el departamento de Amazonas-2016* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1209/JAMES%20BACALLA%20CHAVEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bollmus, S., Beeretz, C. & Militz, H. (2020). Tensile and Impact Bending Properties of Chemically Modified Scots Pine. *Forests* 2020, 11 (84) 121-132.
- Brondz, I. (2002). Development of fatty acid analysis by high-performance liquid chromatography, gas chromatography, and related techniques. *Analytica Chimica Acta*, 465 (2002) 1-37.
- Casado, M., Silva, I., Ponce, L., Martín, P., Martín, J. & Acuña, L. (2019). White-Rot Fungi Control on Populus spp. Wood by Pressure Treatments with Silver Nanoparticles, Chitosan Oligomers and Propolis. *Forests* 2019, 10 (885) 11-24.

- Criollo E. (2018). *Mejoramiento de la calidad de la madera a utilizar en fortificaciones interior mina* [Tesis de pregrado, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional UDA. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7475/1/13371.pdf>
- Espinoza, L. & Macavilca, K. (2018). *Prototipo de tijerales usando madera chonta (Diplotropis sp) aplicando la norma técnica peruana E.010 en la selva central* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional Repositorio Académico USMP. <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/4099>
- Gonzales, R., Rosales, M., Rocha, N., Gallegos, J., Moreno, M. & Karchesy, J. (2015). Wood preservation using natural products. *Madera y bosques*, 21 (2015) 63-76.
- Ibáñez, C., Mantero, C., Rabinovich, M., Escudero, R. & Franco, J. (2016). Preservation trial for wood treated with Zn and Mn and effectiveness of treatment with borax to prevent leaching after five years of contact with soil. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 18 (2) 305-316.
- INACAL. (2012). *NTP N° 251.008 – Norma Técnica Peruana – Madera: Selección y Colección de Muestras* (primera edición). Lima, Perú: INDECOPI.
- INACAL. (2014). *NTP N° 251.010 – Norma Técnica Peruana – Madera: Métodos para determinar el contenido de humedad* (primera edición). Lima, Perú: INDECOPI.
- INACAL. (2014). *NTP N° 251.011 – Norma Técnica Peruana – Madera: Método para determinar la densidad* (primera edición). Lima, Perú: INDECOPI.
- INACAL. (2014). *NTP N° 251.014 – Norma Técnica Peruana – Madera: Método para determinar la Compresión axial o paralela al grano* (primera edición). Lima, Perú: INDECOPI.
- INACAL. (2014). *NTP N° 251.017 – Norma Técnica Peruana – Madera: Método para determinar la flexión estática* (primera edición). Lima, Perú: INDECOPI.

- INACAL. (2015). *NTP N° 251.013 – Norma Técnica Peruana – Madera: Método para determinar el cizallamiento paralelo al grano* (primera edición). Lima, Perú: INDECOPI.
- INACAL. (2015). *NTP N° 251.016 – Norma Técnica Peruana – Madera: Método para determinar la Compresión perpendicular al grano* (tercera edición). Lima, Perú: INDECOPI.
- Kamperidou, V. (2019). The Biological Durability of Thermally- and Chemically-Modified Black Pine and Poplar Wood Against Basidiomycetes and Mold Action. *Forests* 2019, 10 (1111) 67-84.
- Kölle, M., Ringman, R. & Pilgard, A. (2019). Initial Rhodonia placenta Gene Expression in Acetylated Wood: Group-Wise Upregulation of Non-Enzymatic Oxidative Wood Degradation Genes Depending on the Treatment Level. *Forests* 2019, 10 (1117) 51-66.
- Machuca, G. (2014). *Problemática del preservado y secado de la madera en la región Loreto - Perú – 2 013* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional UNAP http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3618/Geiser_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones 2020: Norma E.010 - Madera* (Décima cuarta edición). Lima, Perú: Megabyte.
- Moreno, A. (2017). *Preservantes utilizados en el curado de maderas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNT. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9777/MORENO%20SALINAS%20ALCIDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Narváez, P., Torres, J., Sánchez, F. & Ponce, L. (2005). Determinación por cromatografía de gases de alquil ésteres (metílico y etílico) de ácidos grasos, en presencia de mono, di- y triglicéridos. *Ingeniería e Investigación*, 25 (57) 58-62.
- PADT REFORT: Junta de Acuerdo de Cartagena. (1984). *Manual de diseño para maderas del grupo andino* (4ta edición). Lima, Perú: Carvajal S.A.
- Pinchi, A. (2016). *Evaluación del comportamiento del secado artificial de madera corta de la especie cumala (Virola sp.), en cámaras de aire caliente en la Industria Inversiones La Oroza S.R.L. Loreto – Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional UNAP. http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4298/Aracely_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rebecchi, S. (2009). *Determinación de la genuinidad de la grasa láctea bovina a través de la interpretación estadística de análisis por cromatografía gaseosa* [tesis de maestría, Universidad Nacional del Litoral]. Repositorio Institucional UNL. <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/bitstream/handle/11185/251/tesis.pdf>
- Salimon, J., Omar, T. & Salih, N. (2014). Comparison of Two Derivatization Methods for the Analysis of Fatty Acids and Trans Fatty Acids in Bakery Products Using Gas Chromatography. *The Scientific World Journal*, 2014 (2014) 1-10.
- Sharapov, E., Brischke, C. & Militz, H. (2020). Assessment of Preservative-Treated Wooden Poles Using Drilling-Resistance Measurements. *Forests* 2020, 11 (20) 3-13.
- Sotomayor, J. & Villaseñor, J. (2016). Retención y absorción de solución de sales de boro de diez maderas mexicanas. *Acta universitaria*, 26 (2), 12-19.
- Sotomayor, J., Giraldo, M., Gené, J., Correal, E. & Vilches, M. (2018). Effect of Boron Salts on the Density and on the Modulus of Elasticity of Three Mexican Woods. *Ingeniería*, 28 (2), 31-44.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Formato para la identificación botánica.

DATOS DE CAMPO – EL ARBOL						
1.1 IDENTIFICACIÓN						
Fecha de la selección.....		Nº del árbol				
Nombre común.....						
Identificada por.....						
Fecha de toma de las muestras botánicas						
Hojas		Ramitas	Corteza	Flores		Frutas
Otros detalles						
1.2 Ubicación						
Distrito		Zona.....				
Referencia del mapa.....		Carretera.....				
Registrada en croquis.....		Pueblo más cercano				
Otros detalles						
1.3 DESCRPCIÓN						
Clase: Dominante		Intermedia				
D.A.P.....cm		Altura totalm	Altura comercialm			
Copa y follaje: Grande		Mediana	Pequeña			
Tipo del bosque:.....						
Forma del tronco:		Aletones	Recto	Torcido		
		Cilindrico	Excéntrico			
Tipo de corteza:		Color.....	Superficie			
Firma del responsable:						

Anexo 2: Formato para la toma de datos de la troza.

DATOS DE CAMPO – LA TROZA			
2.1 IDENTIFICACIÓN			
Fecha de volteo	Nº del árbol.....		
	Nº de la troza		
2.2 MEDICIÓN			
Diámetro: extremo mayor	A	d.1	cm
		d.2	cm
Diámetro: extremo menor	A	d.1	cm
		d.2	cm
Nota: d.1 – diámetro mayor			
d.2 – diámetro menor			
2.3 DESCRIPCIÓN			
MÉDULA:	Céntrico	Excéntrico	
SANIDAD:	Sana	Hueca	Podrición
	Comiejenes	Grietas después del volteo	
	Otros.....		
ALBURA:	Se distingue del duramen		
	Color	Espesor	cm
	¿Hay cambio de color después del corte?		
	¿Que cambio?		
DURAMEN:	Forma regular	o irregular	
	Color	Diámetro	cm
2.4 MANEJO			
Tratamiento profiláctico:	Insecticida		
	Fungicida		
	Extremos pintados		
Condición de la corteza:	Integra	Dañada	
Fecha de transporte:	Al aserradero		
	Al laboratorio		
Firma de la persona responsable	_____		

Anexo 3: Constancia de determinación botánica del laboratorio de Dendrología y Herbario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM).



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS



FICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y
CIENCIA AGRARIA

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de los Sres. Ronny Stalyn Dávila Santos y Sergio Eduardo Sánchez Rodas, se proporciona la identidad del espécimen indicado, con la sigla consignada.

La información proporcionada por el solicitante sobre las muestras es:

Lugar de colección : Fundo Santo Domingo, Centro Poblado Santa Fe.
Distrito : Nieva
Provincia : Condorcanqui
Región : Amazonas
Altitud : 250 m s.n.m
Coordenadas : 9461228 N
0831706 E
Colectores : Ronny Stalyn Dávila Santos
Sergio Eduardo Sánchez Rodas

Nº COL	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
RS-001	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	FABACEAE

Determinador: **Elf Pariente Mondragón, Ing.For. M.Sc.**
Profesor Contratado Dpto. Agronomía, Agroindustrial y Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario UNTRM (KUELAP).

Chachapoyas, 04 de agosto de 2021

Herbario KUELAP, Institución Científica Nacional Depositaria de Material Biológico (ICNDMB), Código de Autorización N° AUT-ICND-2020-001 <http://sniffs.serfor.gub.pe/estadistica/es/tableros/registros-nacionales/instituciones-cientificas-nacionales-depositarias-de-material-biologico>

Calle Higos Urco N° 342 – 350 – 356, Campus Universitario, Chachapoyas, Amazonas, Perú

www.untrm.edu.pe

Anexo 4: Codificación de probetas por cada método de curado.

Tipo de ensayo	N°	Modalidad de ensayo	Método de ensayo	Código de probeta	
				Árbol I	Árbol II
Físicos	1	Contenido de humedad	Pincelado	I-1-1-1, I-1-1-2,, I-1-1-14, I-1-1-15	II-1-1-1, II-1-1-2,, II-1-1-14, II-1-1-15
			Inmersión	I-2-1-1, I-2-1-2,, I-2-1-14, I-2-1-15	II-2-1-1, II-2-1-2,, II-2-1-14, II-2-1-15
	2	Densidad	Pincelado	I-1-2-1, I-1-2-2,, I-1-2-14, I-1-2-15	II-1-2-1, II-1-2-2,, II-1-2-14, II-1-2-15
			Inmersión	I-2-2-1, I-2-2-2,, I-2-2-14, I-2-2-15	II-2-2-1, II-2-2-2,, II-2-2-14, II-2-2-15
	3	Contracción	Pincelado	I-1-3-1, I-1-3-2,, I-1-3-14, I-1-3-15	II-1-3-1, II-1-3-2,, II-1-3-14, II-1-3-15
			Inmersión	I-2-3-1, I-2-3-2,, I-2-3-14, I-2-3-15	II-2-3-1, II-2-3-2,, II-2-3-14, II-2-3-15
	4	Compresión paralela a la fibra	Pincelado	I-1-4-1, I-1-4-2,, I-1-4-14, I-1-4-15	II-1-4-1, II-1-4-2,, II-1-4-14, II-1-4-15
			Inmersión	I-2-4-1, I-2-4-2,, I-2-4-14, I-2-4-15	II-2-4-1, II-2-4-2,, II-2-4-14, II-2-4-15
	5	Compresión perpendicular a la fibra	Pincelado	I-1-5-1, I-1-5-2,, I-1-5-14, I-1-5-15	II-1-5-1, II-1-5-2,, II-1-5-14, II-1-5-15
			Inmersión	I-2-5-1, I-2-5-2,, I-2-5-14, I-2-5-15	II-2-5-1, II-2-5-2,, II-2-5-14, II-2-5-15
	6	Tracción paralela a la fibra	Pincelado	I-1-6-1, I-1-6-2,, I-1-6-14, I-1-6-15	II-1-6-1, II-1-6-2,, II-1-6-14, II-1-6-15
			Inmersión	I-2-6-1, I-2-6-2,, I-2-6-14, I-2-6-15	II-2-6-1, II-2-6-2,, II-2-6-14, II-2-6-15
7	Flexión estática	Pincelado	I-1-7-1, I-1-7-2,, I-1-7-14, I-1-7-15	II-1-7-1, II-1-7-2,, II-1-7-14, II-1-7-15	
		Inmersión	I-2-7-1, I-2-7-2,, I-2-7-14, I-2-7-15	II-2-7-1, II-2-7-2,, II-2-7-14, II-2-7-15	
8	Corte paralelo a la fibra	Pincelado	I-1-8-1, I-1-8-2,, I-1-8-14, I-1-8-15	II-1-8-1, II-1-8-2,, II-1-8-14, II-1-8-15	
		Inmersión	I-2-8-1, I-2-8-2,, I-2-8-14, I-2-8-15	II-2-8-1, II-2-8-2,, II-2-8-14, II-2-8-15	
9	Dureza	Pincelado	I-1-9-1, I-1-9-2,, I-1-9-14, I-1-9-15	II-1-9-1, II-1-9-2,, II-1-9-14, II-1-9-15	
		Inmersión	I-2-9-1, I-2-9-2,, I-2-9-14, I-2-9-15	II-2-9-1, II-2-9-2,, II-2-9-14, II-2-9-15	

Anexo 5: Resultados del procesamiento de datos de los ensayos de carácter físico y mecánico de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis* preservado por el método de pincelado e inmersión.

a. Procesamiento para ensayos de carácter físico

a.1. Procesamiento de datos: contenido de humedad

a.1.1. Tratamiento estadístico: contenido de humedad

Tabla 114

Tratamiento estadístico: contenido de humedad, probetas del método de pincelado e inmersión.

<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Método pincelado)			<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Método inmersión)		
Nº	Código probeta	Contenido de humedad (C.H %)	Nº	Código probeta	Contenido de humedad (C.H %)
1	I-1-1-1	19.541	1	I-2-1-1	14.991
2	I-1-1-2	17.926	2	I-2-1-2	16.632
3	I-1-1-3	17.994	3	I-2-1-3	15.281
4	I-1-1-4	18.096	4	I-2-1-4	16.399
5	I-1-1-5	17.806	5	I-2-1-5	14.593
6	I-1-1-6	17.287	6	I-2-1-6	15.855
7	I-1-1-7	17.648	7	I-2-1-7	16.297
8	I-1-1-8	18.508	8	I-2-1-8	14.215
9	I-1-1-9	16.236	9	I-2-1-9	17.107
10	I-1-1-10	13.160	10	I-2-1-10	15.028
11	I-1-1-11	19.620	11	I-2-1-11	16.628
12	I-1-1-12	17.588	12	I-2-1-12	15.236
13	I-1-1-13	17.753	13	I-2-1-13	14.472
14	I-1-1-14	18.621	14	I-2-1-14	14.255
15	I-1-1-15	18.646	15	I-2-1-15	14.619
16	II-1-1-1	15.225	16	II-2-1-1	14.195
17	II-1-1-2	17.509	17	II-2-1-2	14.016
18	II-1-1-3	16.803	18	II-2-1-3	14.324
19	II-1-1-4	16.489	19	II-2-1-4	13.458
20	II-1-1-5	16.929	20	II-2-1-5	15.330
21	II-1-1-6	16.962	21	II-2-1-6	14.447
22	II-1-1-7	17.442	22	II-2-1-7	15.527
23	II-1-1-8	17.639	23	II-2-1-8	15.244
24	II-1-1-9	17.293	24	II-2-1-9	16.469
25	II-1-1-10	17.464	25	II-2-1-10	12.260
26	II-1-1-11	17.168	26	II-2-1-11	14.854
27	II-1-1-12	18.260	27	II-2-1-12	14.354
28	II-1-1-13	17.987	28	II-2-1-13	16.947
29	II-1-1-14	19.055	29	II-2-1-14	14.811
30	II-1-1-15	17.796	30	II-2-1-15	14.128
	M(X)	17.548		M(X)	15.066
	S(D.)	1.238		S(D.)	1.111
	CV%	7.053		CV%	7.373

a.2. Procesamiento de datos: densidad

a.2.1. Tratamiento estadístico: densidad

Tabla 115

Tratamiento estadístico: densidad, probetas del método de pincelado.

N°	CÓDIGO PROBETA	DENSIDAD SATURADA		DENSIDAD VERDE		DENSIDAD ANHIDRA	DENSIDAD BÁSICA
		Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Verde (Gr./ Cm3)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)	(Gr./ Cm3)
1	I - 1 - 2 - 1	108.144	0.947	19.901	0.595	0.508	0.455
2	I - 1 - 2 - 2	106.467	0.974	18.192	0.569	0.545	0.472
3	I - 1 - 2 - 3	92.573	0.964	7.225	0.604	0.552	0.501
4	I - 1 - 2 - 4	114.307	0.885	41.301	0.613	0.467	0.413
5	I - 1 - 2 - 5	100.850	0.990	11.611	0.574	0.566	0.493
6	I - 1 - 2 - 6	100.943	1.016	-3.891	0.528	0.558	0.505
7	I - 1 - 2 - 7	111.497	0.926	58.941	0.697	0.530	0.438
8	I - 1 - 2 - 8	93.975	1.060	2.167	0.579	0.632	0.546
9	I - 1 - 2 - 9	100.818	0.967	12.880	0.577	0.544	0.482
10	I - 1 - 2 - 10	107.005	1.014	5.768	0.545	0.551	0.490
11	I - 1 - 2 - 11	95.674	0.997	19.517	0.644	0.584	0.509
12	I - 1 - 2 - 12	105.444	0.931	36.725	0.658	0.504	0.453
13	I - 1 - 2 - 13	105.506	0.985	4.161	0.534	0.546	0.480
14	I - 1 - 2 - 14	104.298	0.913	29.667	0.634	0.498	0.447
15	I - 1 - 2 - 15	99.863	0.901	30.436	0.615	0.518	0.451
16	II - 1 - 2 - 1	104.830	0.904	36.739	0.638	0.505	0.441
17	II - 1 - 2 - 2	94.998	0.975	3.497	0.548	0.575	0.500
18	II - 1 - 2 - 3	113.069	0.929	25.833	0.577	0.499	0.436
19	II - 1 - 2 - 4	91.751	0.996	15.611	0.635	0.590	0.520
20	II - 1 - 2 - 5	99.853	0.962	13.628	0.585	0.545	0.481
21	II - 1 - 2 - 6	94.625	1.004	14.853	0.648	0.579	0.516
22	II - 1 - 2 - 7	104.839	0.959	29.960	0.638	0.539	0.468
23	II - 1 - 2 - 8	98.240	0.954	16.522	0.586	0.553	0.481
24	II - 1 - 2 - 9	110.695	0.965	15.480	0.563	0.519	0.458
25	II - 1 - 2 - 10	104.684	0.915	24.218	0.576	0.501	0.447
26	II - 1 - 2 - 11	90.909	0.967	22.141	0.651	0.585	0.507
27	II - 1 - 2 - 12	98.755	0.947	17.767	0.619	0.538	0.477
28	II - 1 - 2 - 13	90.339	0.977	12.682	0.609	0.601	0.513
29	II - 1 - 2 - 14	109.374	1.081	2.726	0.563	0.581	0.516
30	II - 1 - 2 - 15	103.175	0.916	33.065	0.612	0.519	0.451
	M(X)	101.917	0.964	19.311	0.600	0.544	0.478
	S(D.)	6.770	0.045	13.674	0.041	0.037	0.031
	CV%	6.643	4.670	70.811	6.772	6.759	6.561

Tabla 116*Tratamiento estadístico: densidad, probetas del método de inmersión.*

N°	CÓDIGO PROBETA	DENSIDAD SATURADA		DENSIDAD VERDE		DENSIDAD ANHIDRA	DENSIDAD BÁSICA
		Contenido de Humedad (%)	Densidad Saturada (Gr./ Cm3)	Contenido de Humedad (%)	Densidad Verde (Gr./ Cm3)	Densidad Anhidra (Gr./ Cm3)	(Gr./ Cm3)
1	I - 2 - 2 - 1	105.293	1.028	11.854	0.601	0.565	0.501
2	I - 2 - 2 - 2	100.766	0.894	20.293	0.591	0.505	0.445
3	I - 2 - 2 - 3	100.869	0.957	21.492	0.608	0.535	0.476
4	I - 2 - 2 - 4	115.088	1.006	14.459	0.594	0.530	0.468
5	I - 2 - 2 - 5	100.699	0.938	17.618	0.567	0.528	0.467
6	I - 2 - 2 - 6	100.332	0.925	23.766	0.615	0.510	0.462
7	I - 2 - 2 - 7	98.012	1.081	0.037	0.582	0.615	0.546
8	I - 2 - 2 - 8	116.429	1.000	6.396	0.546	0.520	0.462
9	I - 2 - 2 - 9	71.104	0.942	3.514	0.615	0.633	0.551
10	I - 2 - 2 - 10	105.348	1.048	12.431	0.628	0.585	0.510
11	I - 2 - 2 - 11	103.972	0.969	24.556	0.616	0.554	0.475
12	I - 2 - 2 - 12	96.488	0.971	9.866	0.598	0.564	0.494
13	I - 2 - 2 - 13	88.227	0.966	9.127	0.583	0.565	0.513
14	I - 2 - 2 - 14	102.060	0.947	14.993	0.598	0.535	0.469
15	I - 2 - 2 - 15	102.465	0.939	19.701	0.595	0.519	0.464
16	II - 2 - 2 - 1	96.515	0.948	14.173	0.610	0.556	0.482
17	II - 2 - 2 - 2	106.959	0.967	20.726	0.646	0.524	0.467
18	II - 2 - 2 - 3	82.512	0.989	3.107	0.593	0.615	0.542
19	II - 2 - 2 - 4	103.411	0.943	21.948	0.577	0.530	0.464
20	II - 2 - 2 - 5	91.602	0.991	29.322	0.723	0.558	0.517
21	II - 2 - 2 - 6	112.894	1.024	18.687	0.607	0.555	0.481
22	II - 2 - 2 - 7	102.198	0.966	9.932	0.593	0.543	0.478
23	II - 2 - 2 - 8	103.799	0.904	26.923	0.579	0.502	0.444
24	II - 2 - 2 - 9	86.427	0.912	25.716	0.632	0.567	0.489
25	II - 2 - 2 - 10	92.241	0.998	10.291	0.591	0.587	0.519
26	II - 2 - 2 - 11	102.824	0.985	20.539	0.627	0.550	0.486
27	II - 2 - 2 - 12	113.573	0.939	25.136	0.597	0.496	0.440
28	II - 2 - 2 - 13	98.403	0.930	29.009	0.640	0.527	0.469
29	II - 2 - 2 - 14	102.574	0.973	15.997	0.585	0.542	0.480
30	II - 2 - 2 - 15	100.750	0.894	26.965	0.588	0.511	0.445
	M(X)	100.128	0.966	16.952	0.604	0.548	0.484
	S(D.)	9.563	0.044	8.054	0.031	0.034	0.030
	CV%	9.551	4.585	47.507	5.148	6.266	6.181

a.2.2. Construcción de curvas: densidad

Es posible construir curvas en el plano cartesiano, densidad vs. contenido de humedad, que relacionen los comportamientos tanto para probetas del *método de pincelado e inmersión*, para lo que se ha tenido que construir la siguiente tabulación.

Tabla 117

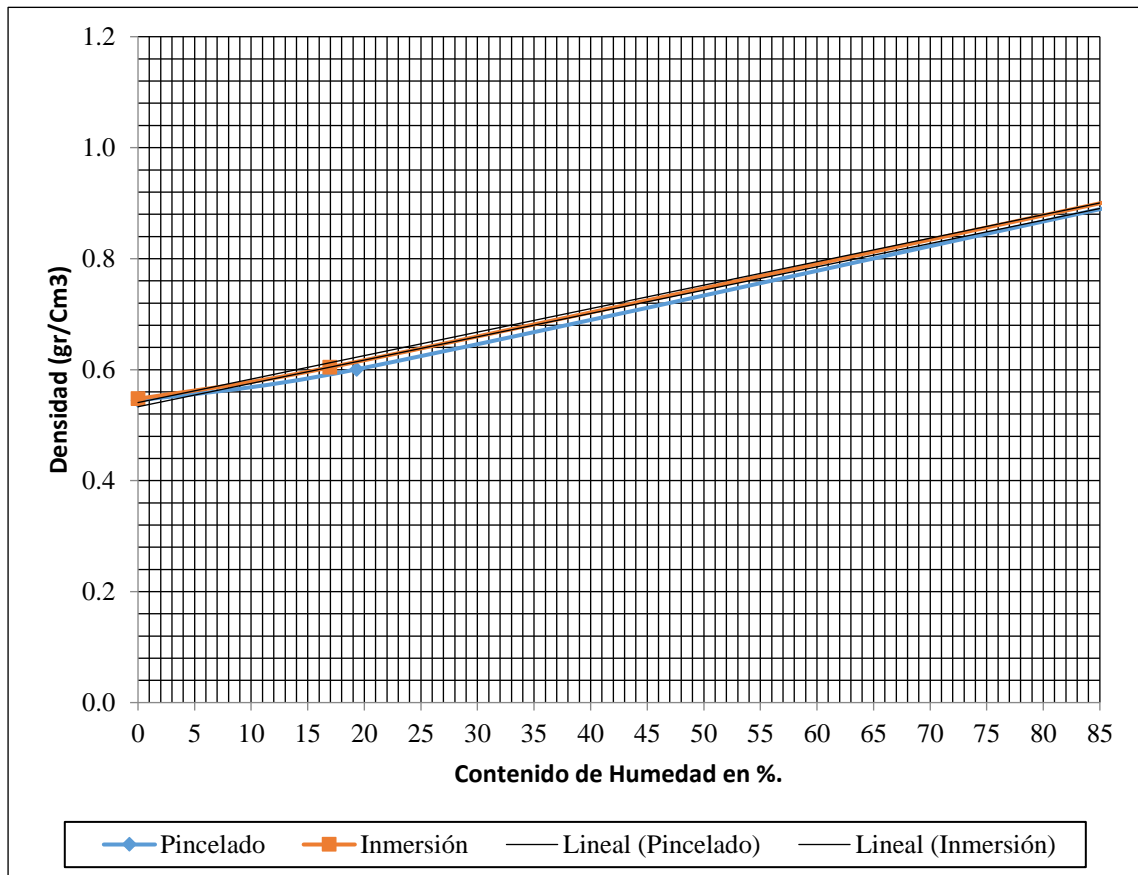
Tabla para construir curvas: densidad vs. contenido de humedad.

Tipos de Ensayos	<i>Pincelado</i>		<i>Inmersión</i>	
	(gr/Cm3.)	C.H.	(gr/Cm3.)	C.H.
Dens. Saturada	0.964	101.917	0.966	100.128
Dens. Verde	0.600	19.311	0.604	16.952
Dens. Anhidra	0.544	0.000	0.548	0.000

Ubicando los puntos correlativos ilustrada en la tabla anterior en el sistema cartesiano “densidad vs. contenido de humedad”, obtenemos la siguiente gráfica:

Figura 72

Curvas, densidad vs. contenido de humedad, probetas de método de pincelado e inmersión.



a.3. Procesamiento de datos: contracción

a.3.1. Tratamiento estadístico: contracción

Tabla 118

Tratamiento estadístico: contracción tangencial total, probetas del método de pincelado.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN TANGENCIAL TOTAL

Cedrelinga cateniformis

METODO DE CURADO: PINCELADO

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Tangencial
		Tangencial en Estado Verde CH ≥ 30%	Tangencial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 1 - 3 - 1	3.067	2.879	6.130
2	I - 1 - 3 - 2	3.125	2.850	8.800
3	I - 1 - 3 - 3	3.078	2.870	6.758
4	I - 1 - 3 - 4	3.105	2.856	8.019
5	I - 1 - 3 - 5	3.099	2.879	7.099
6	I - 1 - 3 - 6	3.076	2.916	5.202
7	I - 1 - 3 - 7	3.293	2.877	12.633
8	I - 1 - 3 - 8	3.106	2.839	8.596
9	I - 1 - 3 - 9	3.103	2.910	6.220
10	I - 1 - 3 - 10	3.117	2.942	5.614
11	I - 1 - 3 - 11	3.100	2.872	7.355
12	I - 1 - 3 - 12	3.097	2.940	5.069
13	I - 1 - 3 - 13	3.063	2.838	7.346
14	I - 1 - 3 - 14	3.096	2.896	6.460
15	I - 1 - 3 - 15	3.114	2.856	8.285
16	II - 1 - 3 - 1	3.093	2.877	6.984
17	II - 1 - 3 - 2	3.107	2.850	8.272
18	II - 1 - 3 - 3	3.107	2.868	7.692
19	II - 1 - 3 - 4	3.091	2.855	7.635
20	II - 1 - 3 - 5	3.106	2.876	7.405
21	II - 1 - 3 - 6	3.112	2.913	6.395
22	II - 1 - 3 - 7	3.112	2.880	7.455
23	II - 1 - 3 - 8	3.082	2.838	7.917
24	II - 1 - 3 - 9	3.122	2.908	6.855
25	II - 1 - 3 - 10	3.105	2.943	5.217
26	II - 1 - 3 - 11	3.111	2.870	7.747
27	II - 1 - 3 - 12	3.118	2.945	5.548
28	II - 1 - 3 - 13	3.116	2.833	9.082
29	II - 1 - 3 - 14	3.126	2.896	7.358
30	II - 1 - 3 - 15	3.109	2.852	8.266
	M(X)	3.109	2.881	7.314
	S(D.)	0.038	0.033	1.487
	CV%	1.233	1.161	20.330

Tabla 119

Tratamiento estadístico: contracción radial total, probetas del método de pincelado.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN RADIAL TOTAL

Cedrelinga cateniformis

METODO DE CURADO: PINCELADO

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Radial
		Radial en Estado Verde CH ≥ 30%	Radial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 1 - 3 - 1	3.072	2.941	4.264
2	I - 1 - 3 - 2	3.102	2.977	4.030
3	I - 1 - 3 - 3	3.013	2.938	2.489
4	I - 1 - 3 - 4	3.093	2.974	3.847
5	I - 1 - 3 - 5	3.120	2.937	5.865
6	I - 1 - 3 - 6	3.083	2.953	4.217
7	I - 1 - 3 - 7	3.060	2.934	4.118
8	I - 1 - 3 - 8	3.096	2.932	5.297
9	I - 1 - 3 - 9	3.103	2.931	5.543
10	I - 1 - 3 - 10	3.124	2.939	5.922
11	I - 1 - 3 - 11	3.103	2.924	5.769
12	I - 1 - 3 - 12	3.098	2.948	4.842
13	I - 1 - 3 - 13	3.111	2.974	4.404
14	I - 1 - 3 - 14	3.106	2.973	4.282
15	I - 1 - 3 - 15	3.103	2.957	4.705
16	II - 1 - 3 - 1	3.104	2.925	5.767
17	II - 1 - 3 - 2	3.123	2.980	4.579
18	II - 1 - 3 - 3	3.096	2.940	5.039
19	II - 1 - 3 - 4	3.104	2.966	4.446
20	II - 1 - 3 - 5	3.069	2.926	4.659
21	II - 1 - 3 - 6	3.096	2.945	4.877
22	II - 1 - 3 - 7	3.108	2.929	5.759
23	II - 1 - 3 - 8	3.111	2.945	5.336
24	II - 1 - 3 - 9	3.091	2.929	5.241
25	II - 1 - 3 - 10	3.122	2.947	5.605
26	II - 1 - 3 - 11	3.099	2.929	5.486
27	II - 1 - 3 - 12	3.136	2.946	6.059
28	II - 1 - 3 - 13	3.126	2.966	5.118
29	II - 1 - 3 - 14	3.087	2.965	3.952
30	II - 1 - 3 - 15	3.112	2.959	4.916
	M(X)	3.099	2.948	4.881
	S(D.)	0.024	0.017	0.797
	CV%	0.759	0.593	16.334

Tabla 120

Tratamiento estadístico: contracción longitudinal total, probetas del método de pincelado.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN LONGITUDINAL TOTAL

Cedrelinga cateniformis

METODO DE CURADO: PINCELADO

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Longitudinal
		Longitudinal en Estado Verde CH ≥ 30%	Longitudinal en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 1 - 3 - 1	10.083	10.037	0.456
2	I - 1 - 3 - 2	10.094	10.030	0.634
3	I - 1 - 3 - 3	10.090	10.048	0.416
4	I - 1 - 3 - 4	10.075	10.069	0.060
5	I - 1 - 3 - 5	10.130	10.093	0.365
6	I - 1 - 3 - 6	10.113	10.076	0.366
7	I - 1 - 3 - 7	10.128	10.045	0.820
8	I - 1 - 3 - 8	10.077	10.069	0.079
9	I - 1 - 3 - 9	10.085	10.069	0.159
10	I - 1 - 3 - 10	10.068	10.067	0.010
11	I - 1 - 3 - 11	10.086	10.075	0.109
12	I - 1 - 3 - 12	10.119	10.071	0.474
13	I - 1 - 3 - 13	10.120	10.028	0.909
14	I - 1 - 3 - 14	10.085	10.077	0.079
15	I - 1 - 3 - 15	10.085	10.054	0.307
16	II - 1 - 3 - 1	10.096	10.069	0.267
17	II - 1 - 3 - 2	10.090	10.034	0.555
18	II - 1 - 3 - 3	10.090	10.062	0.278
19	II - 1 - 3 - 4	10.104	10.072	0.317
20	II - 1 - 3 - 5	10.102	10.094	0.079
21	II - 1 - 3 - 6	10.084	10.076	0.079
22	II - 1 - 3 - 7	10.092	10.053	0.386
23	II - 1 - 3 - 8	10.104	10.083	0.208
24	II - 1 - 3 - 9	10.091	10.075	0.159
25	II - 1 - 3 - 10	10.085	10.064	0.208
26	II - 1 - 3 - 11	10.103	10.044	0.584
27	II - 1 - 3 - 12	10.088	10.063	0.248
28	II - 1 - 3 - 13	10.111	10.028	0.821
29	II - 1 - 3 - 14	10.092	10.074	0.178
30	II - 1 - 3 - 15	10.101	10.056	0.446
	M(X)	10.096	10.062	0.335
	S(D.)	0.015	0.018	0.241
	CV%	0.151	0.181	71.957

Tabla 121

Tratamiento estadístico: contracción volumétrica total, probetas del método de pincelado.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA TOTAL					
<i>Cedrelinga cateniformis</i>					
METODO DE CURADO: PINCELADO					
N°	CÓDIGO PROBETA	Contracción	Contracción	Contracción	Contracción Volumétrica
		Tangencial Total (Ctt)	Radial Total (Crt)	Longitudinal Total (Clt)	Total (Cvt) Cvt=(Ctt + Crt + Clt)%
1	I - 1 - 3 - 1	6.130	4.264	0.456	10.850
2	I - 1 - 3 - 2	8.800	4.030	0.634	13.464
3	I - 1 - 3 - 3	6.758	2.489	0.416	9.663
4	I - 1 - 3 - 4	8.019	3.847	0.060	11.926
5	I - 1 - 3 - 5	7.099	5.865	0.365	13.330
6	I - 1 - 3 - 6	5.202	4.217	0.366	9.784
7	I - 1 - 3 - 7	12.633	4.118	0.820	17.570
8	I - 1 - 3 - 8	8.596	5.297	0.079	13.973
9	I - 1 - 3 - 9	6.220	5.543	0.159	11.921
10	I - 1 - 3 - 10	5.614	5.922	0.010	11.546
11	I - 1 - 3 - 11	7.355	5.769	0.109	13.233
12	I - 1 - 3 - 12	5.069	4.842	0.474	10.386
13	I - 1 - 3 - 13	7.346	4.404	0.909	12.659
14	I - 1 - 3 - 14	6.460	4.282	0.079	10.821
15	I - 1 - 3 - 15	8.285	4.705	0.307	13.298
16	II - 1 - 3 - 1	6.984	5.767	0.267	13.018
17	II - 1 - 3 - 2	8.272	4.579	0.555	13.406
18	II - 1 - 3 - 3	7.692	5.039	0.278	13.009
19	II - 1 - 3 - 4	7.635	4.446	0.317	12.398
20	II - 1 - 3 - 5	7.405	4.659	0.079	12.144
21	II - 1 - 3 - 6	6.395	4.877	0.079	11.351
22	II - 1 - 3 - 7	7.455	5.759	0.386	13.601
23	II - 1 - 3 - 8	7.917	5.336	0.208	13.461
24	II - 1 - 3 - 9	6.855	5.241	0.159	12.254
25	II - 1 - 3 - 10	5.217	5.605	0.208	11.031
26	II - 1 - 3 - 11	7.747	5.486	0.584	13.816
27	II - 1 - 3 - 12	5.548	6.059	0.248	11.855
28	II - 1 - 3 - 13	9.082	5.118	0.821	15.021
29	II - 1 - 3 - 14	7.358	3.952	0.178	11.488
30	II - 1 - 3 - 15	8.266	4.916	0.446	13.628
	M(X)	7.314	4.881	0.335	12.530
	S(D.)	1.487	0.797	0.241	1.615
	CV%	20.330	16.334	71.957	12.888

Tabla 122

Tratamiento estadístico: contracción tangencial total, probetas del método de inmersión.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN TANGENCIAL TOTAL

Cedrelinga cateniformis

METODO DE CURADO: INMERSIÓN

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Tangencial
		Tangencial en Estado Verde CH ≥ 30%	Tangencial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 2 - 3 - 1	3.066	2.875	6.230
2	I - 2 - 3 - 2	3.059	2.894	5.394
3	I - 2 - 3 - 3	3.107	2.908	6.405
4	I - 2 - 3 - 4	3.088	2.858	7.448
5	I - 2 - 3 - 5	3.106	2.910	6.310
6	I - 2 - 3 - 6	3.084	2.960	4.021
7	I - 2 - 3 - 7	3.108	2.949	5.116
8	I - 2 - 3 - 8	3.097	2.883	6.910
9	I - 2 - 3 - 9	3.123	2.911	6.788
10	I - 2 - 3 - 10	3.059	2.825	7.650
11	I - 2 - 3 - 11	3.115	2.893	7.127
12	I - 2 - 3 - 12	3.081	2.869	6.881
13	I - 2 - 3 - 13	3.013	2.878	4.481
14	I - 2 - 3 - 14	3.101	2.888	6.869
15	I - 2 - 3 - 15	3.128	2.934	6.202
16	II - 2 - 3 - 1	3.087	2.808	9.038
17	II - 2 - 3 - 2	3.136	2.912	7.143
18	II - 2 - 3 - 3	3.109	2.917	6.176
19	II - 2 - 3 - 4	3.159	2.984	5.540
20	II - 2 - 3 - 5	3.029	2.981	1.585
21	II - 2 - 3 - 6	3.110	2.877	7.492
22	II - 2 - 3 - 7	3.049	2.841	6.822
23	II - 2 - 3 - 8	3.138	2.925	6.788
24	II - 2 - 3 - 9	3.095	2.860	7.593
25	II - 2 - 3 - 10	3.101	2.920	5.837
26	II - 2 - 3 - 11	3.051	2.835	7.080
27	II - 2 - 3 - 12	3.082	2.864	7.073
28	II - 2 - 3 - 13	3.055	2.902	5.008
29	II - 2 - 3 - 14	3.154	3.000	4.883
30	II - 2 - 3 - 15	3.069	2.850	7.136
	M(X)	3.092	2.897	6.301
	S(D.)	0.035	0.047	1.393
	CV%	1.131	1.626	22.110

Tabla 123

Tratamiento estadístico: contracción radial total, probetas del método de inmersión.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN RADIAL TOTAL

Cedrelinga cateniformis

METODO DE CURADO: INMERSIÓN

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Radial
		Radial en Estado Verde CH ≥ 30%	Radial en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $Ctt = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 2 - 3 - 1	3.079	2.912	5.424
2	I - 2 - 3 - 2	3.094	2.887	6.690
3	I - 2 - 3 - 3	3.101	2.954	4.740
4	I - 2 - 3 - 4	3.036	2.894	4.677
5	I - 2 - 3 - 5	3.116	2.953	5.231
6	I - 2 - 3 - 6	3.121	2.953	5.383
7	I - 2 - 3 - 7	3.142	2.952	6.047
8	I - 2 - 3 - 8	3.063	2.925	4.505
9	I - 2 - 3 - 9	3.116	2.926	6.098
10	I - 2 - 3 - 10	3.072	2.912	5.208
11	I - 2 - 3 - 11	3.129	2.911	6.967
12	I - 2 - 3 - 12	3.006	2.852	5.123
13	I - 2 - 3 - 13	3.062	2.923	4.540
14	I - 2 - 3 - 14	3.100	2.926	5.613
15	I - 2 - 3 - 15	3.101	2.961	4.515
16	II - 2 - 3 - 1	2.946	2.806	4.752
17	II - 2 - 3 - 2	3.118	2.993	4.009
18	II - 2 - 3 - 3	3.118	2.944	5.581
19	II - 2 - 3 - 4	3.148	2.930	6.925
20	II - 2 - 3 - 5	3.108	2.941	5.373
21	II - 2 - 3 - 6	3.008	2.831	5.884
22	II - 2 - 3 - 7	3.055	2.886	5.532
23	II - 2 - 3 - 8	3.112	2.969	4.595
24	II - 2 - 3 - 9	3.108	2.925	5.888
25	II - 2 - 3 - 10	3.114	2.932	5.845
26	II - 2 - 3 - 11	3.070	2.913	5.114
27	II - 2 - 3 - 12	3.008	2.870	4.588
28	II - 2 - 3 - 13	3.084	2.903	5.869
29	II - 2 - 3 - 14	3.156	2.954	6.401
30	II - 2 - 3 - 15	3.084	2.913	5.545
	M(X)	3.086	2.918	5.422
	S(D.)	0.047	0.041	0.755
	CV%	1.536	1.391	13.918

Tabla 124

Tratamiento estadístico: contracción longitudinal total, probetas del método de inmersión.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN LONGITUDINAL TOTAL

Cedrelinga cateniformis

METODO DE CURADO: INMERSIÓN

N°	CODIGO PROBETA	Dimensión	Dimensión	Contracción Longitudinal
		Longitudinal en Estado Verde CH ≥ 30%	Longitudinal en Estado Anhidro CH ≈ 0 %	Total $C_{tt} = \frac{dtv - dtsh}{dtv} \times 100(\%)$
1	I - 2 - 3 - 1	10.104	10.075	0.287
2	I - 2 - 3 - 2	10.097	10.081	0.158
3	I - 2 - 3 - 3	10.075	10.076	-0.010
4	I - 2 - 3 - 4	10.094	10.070	0.238
5	I - 2 - 3 - 5	10.097	10.076	0.208
6	I - 2 - 3 - 6	10.125	10.084	0.405
7	I - 2 - 3 - 7	10.114	10.081	0.326
8	I - 2 - 3 - 8	10.110	10.091	0.188
9	I - 2 - 3 - 9	10.064	10.008	0.556
10	I - 2 - 3 - 10	10.073	10.024	0.486
11	I - 2 - 3 - 11	10.127	10.075	0.513
12	I - 2 - 3 - 12	10.173	10.077	0.944
13	I - 2 - 3 - 13	10.107	10.074	0.327
14	I - 2 - 3 - 14	10.066	10.038	0.278
15	I - 2 - 3 - 15	10.088	10.067	0.208
16	II - 2 - 3 - 1	10.083	10.065	0.179
17	II - 2 - 3 - 2	10.075	10.060	0.149
18	II - 2 - 3 - 3	10.121	10.070	0.504
19	II - 2 - 3 - 4	10.079	10.053	0.258
20	II - 2 - 3 - 5	10.074	10.034	0.397
21	II - 2 - 3 - 6	10.125	10.068	0.563
22	II - 2 - 3 - 7	10.108	10.054	0.534
23	II - 2 - 3 - 8	10.083	10.045	0.377
24	II - 2 - 3 - 9	10.094	10.029	0.644
25	II - 2 - 3 - 10	10.085	10.072	0.129
26	II - 2 - 3 - 11	10.089	10.089	0.000
27	II - 2 - 3 - 12	10.089	10.084	0.050
28	II - 2 - 3 - 13	10.082	10.014	0.674
29	II - 2 - 3 - 14	10.090	10.061	0.287
30	II - 2 - 3 - 15	10.109	10.070	0.386
	M(X)	10.097	10.062	0.341
	S(D.)	0.023	0.022	0.215
	CV%	0.227	0.220	62.944

Tabla 125

Tratamiento estadístico: contracción volumétrica total, probetas del método de inmersión.

Trat. Est.: CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA TOTAL

Cedrelinga cateniformis

METODO DE CURADO: INMERSIÓN

N°	CÓDIGO PROBETA	Contracción	Contracción	Contracción	Contracción Volumétrica
		Tangencial Total (Ctt)	Radial Total (Crt)	Longitudinal Total (Clt)	Total (Cvt) Cvt=(Ctt + Crt + Clt)%
1	I - 2 - 3 - 1	6.230	5.424	0.287	11.940
2	I - 2 - 3 - 2	5.394	6.690	0.158	12.243
3	I - 2 - 3 - 3	6.405	4.740	-0.010	11.135
4	I - 2 - 3 - 4	7.448	4.677	0.238	12.363
5	I - 2 - 3 - 5	6.310	5.231	0.208	11.749
6	I - 2 - 3 - 6	4.021	5.383	0.405	9.809
7	I - 2 - 3 - 7	5.116	6.047	0.326	11.489
8	I - 2 - 3 - 8	6.910	4.505	0.188	11.603
9	I - 2 - 3 - 9	6.788	6.098	0.556	13.442
10	I - 2 - 3 - 10	7.650	5.208	0.486	13.344
11	I - 2 - 3 - 11	7.127	6.967	0.513	14.607
12	I - 2 - 3 - 12	6.881	5.123	0.944	12.948
13	I - 2 - 3 - 13	4.481	4.540	0.327	9.347
14	I - 2 - 3 - 14	6.869	5.613	0.278	12.760
15	I - 2 - 3 - 15	6.202	4.515	0.208	10.925
16	II - 2 - 3 - 1	9.038	4.752	0.179	13.969
17	II - 2 - 3 - 2	7.143	4.009	0.149	11.301
18	II - 2 - 3 - 3	6.176	5.581	0.504	12.260
19	II - 2 - 3 - 4	5.540	6.925	0.258	12.723
20	II - 2 - 3 - 5	1.585	5.373	0.397	7.355
21	II - 2 - 3 - 6	7.492	5.884	0.563	13.939
22	II - 2 - 3 - 7	6.822	5.532	0.534	12.888
23	II - 2 - 3 - 8	6.788	4.595	0.377	11.760
24	II - 2 - 3 - 9	7.593	5.888	0.644	14.125
25	II - 2 - 3 - 10	5.837	5.845	0.129	11.810
26	II - 2 - 3 - 11	7.080	5.114	0.000	12.194
27	II - 2 - 3 - 12	7.073	4.588	0.050	11.711
28	II - 2 - 3 - 13	5.008	5.869	0.674	11.552
29	II - 2 - 3 - 14	4.883	6.401	0.287	11.571
30	II - 2 - 3 - 15	7.136	5.545	0.386	13.066
	M(X)	6.301	5.422	0.341	12.064
	S(D.)	1.393	0.755	0.215	1.483
	CV%	22.110	13.918	62.944	12.294

a.3.2. Construcción de curvas: contracción

Con los resultados obtenidos, es posible construir curvas que relacionen los diferentes tipos de contracción tanto para el método de pincelado e inmersión, para lo cual se ha tenido las siguientes consideraciones:

- Según la bibliografía estudiada, los cambios dimensionales se producen cuando varía el contenido de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra (PSF).
- Según el PADT-REFORT el PSF varía de 25 a 35 por ciento, nosotros hemos considerado el valor promedio del 30% para el PSF.
- La contracción total se da cuando los cambios dimensionales sufridos por la madera se producen por la variación del contenido de humedad del 30% (PSF) al 0% (Estado anhidro).
- Con los resultados obtenidos y las consideraciones anteriores se elaboró la siguiente tabla, la cual servirá de base para la construcción de las diferentes graficas de relación correspondientes a contracción:

Tabla 126

Tabla para construir curvas contracción vs. contenido de humedad.

Variación C.H (%)	Contracción Tangencial		Contracción Radial		Contracción Longitudinal		Contracción Volumétrica	
	Pincelado	Inmersión	Pincelado	Inmersión	Pincelado	Inmersión	Pincelado	Inmersión
Más del 30%.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30% a 0%.	7.314	6.301	4.881	5.422	0.335	0.341	12.530	12.064

Una vez ubicados los puntos establecidos por la tabla anterior en un sistema cartesiano “contenido de humedad vs. % de contracción” y luego de ajustar los puntos utilizando la regresión lineal, se obtuvieron las siguientes gráficas que servirán de una valiosa ayuda para el análisis de resultados y para posteriores estudios o aplicaciones.

Figura 73

Valor promedio contracción: probetas de la especie maderable *Cedrelinga Cateniformis*, método de pincelado.

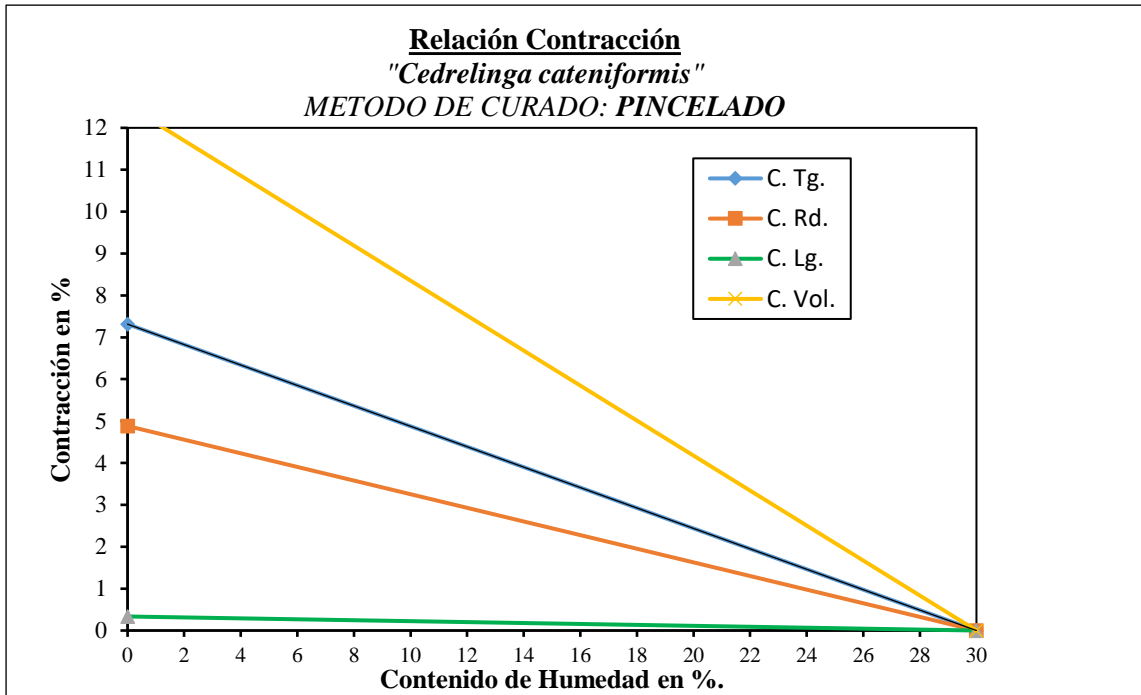


Figura 74

Valor promedio contracción: probetas de la especie maderable *Cedrelinga Cateniformis*, método de inmersión.

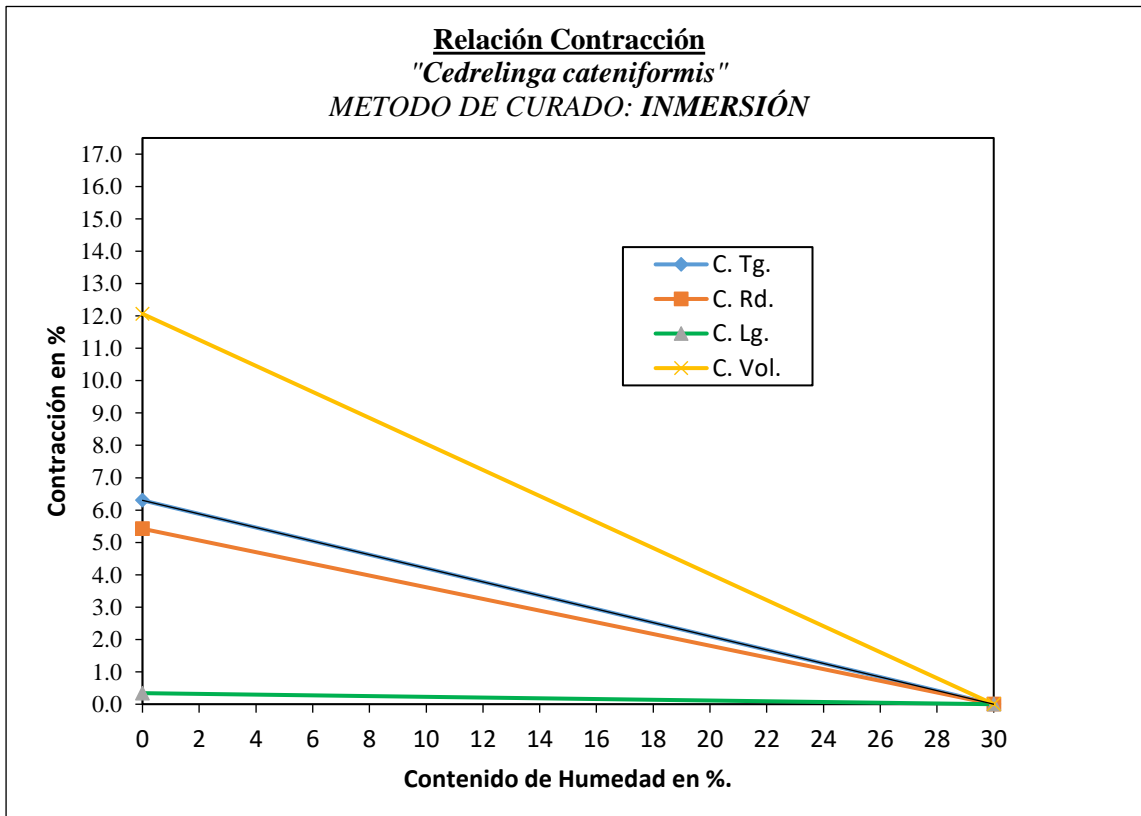


Figura 75

Curvas, contracción tangencial vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, método de pincelado e inmersión.

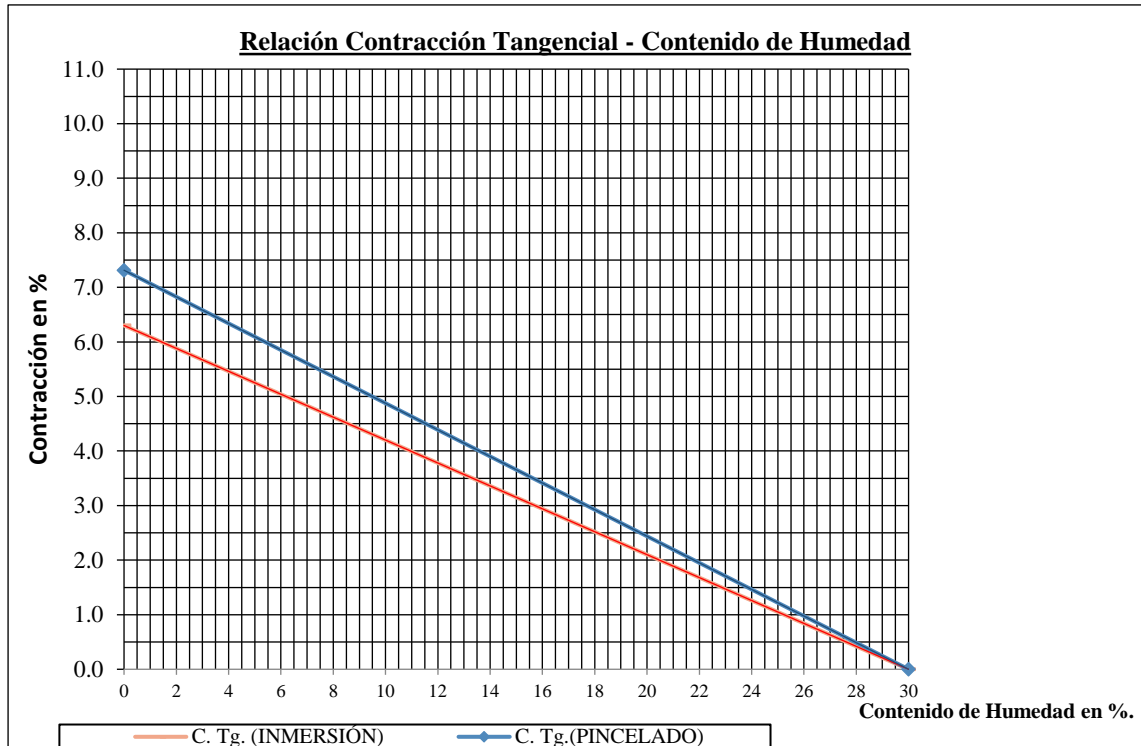


Figura 76

Curvas, contracción radial vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, método de pincelado e inmersión.

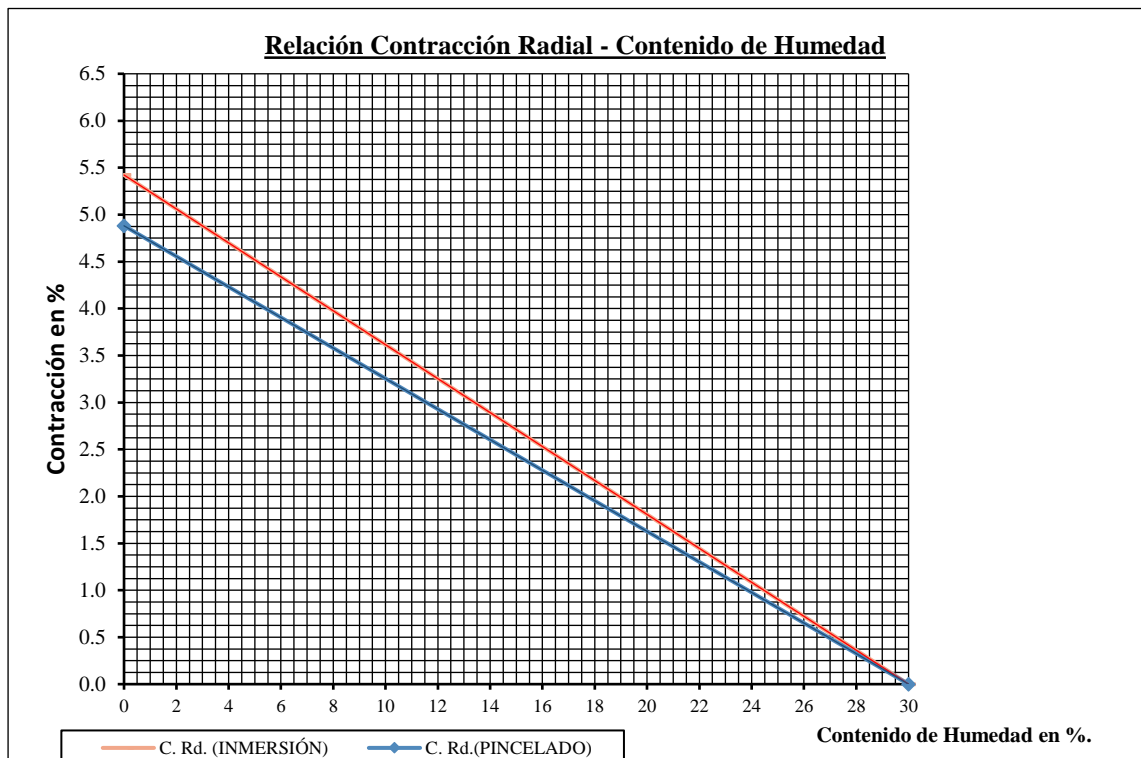


Figura 77

Curvas, contracción longitudinal vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, método de pincelado e inmersión.

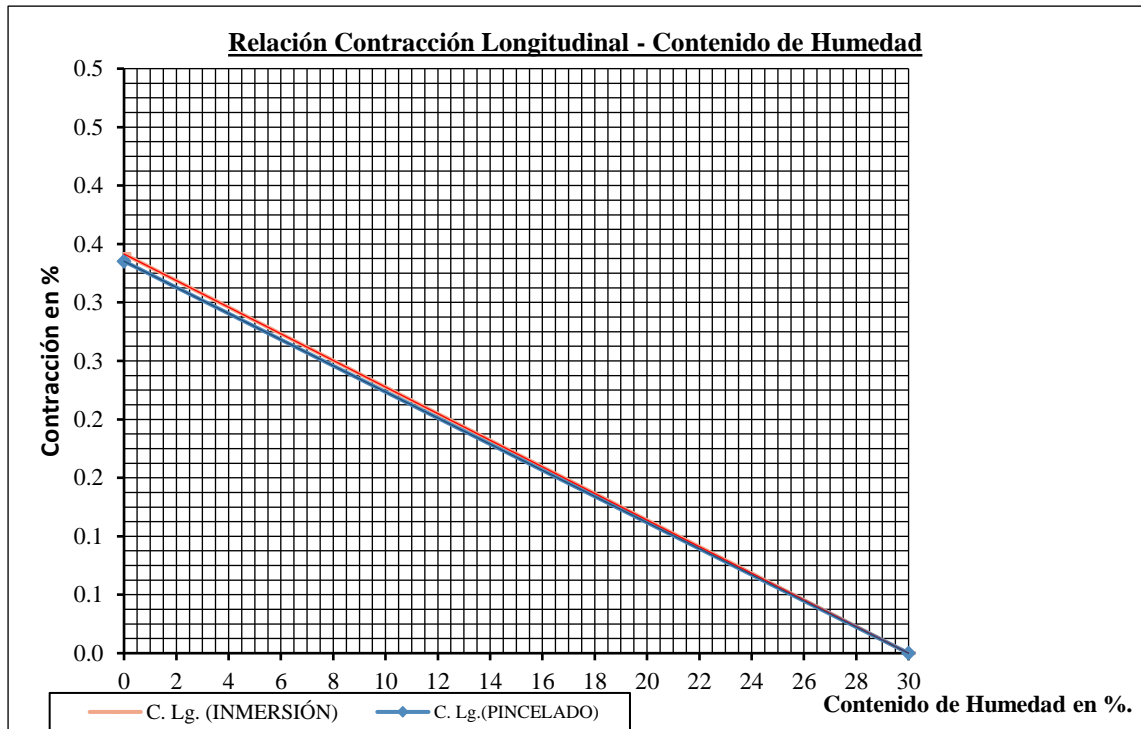
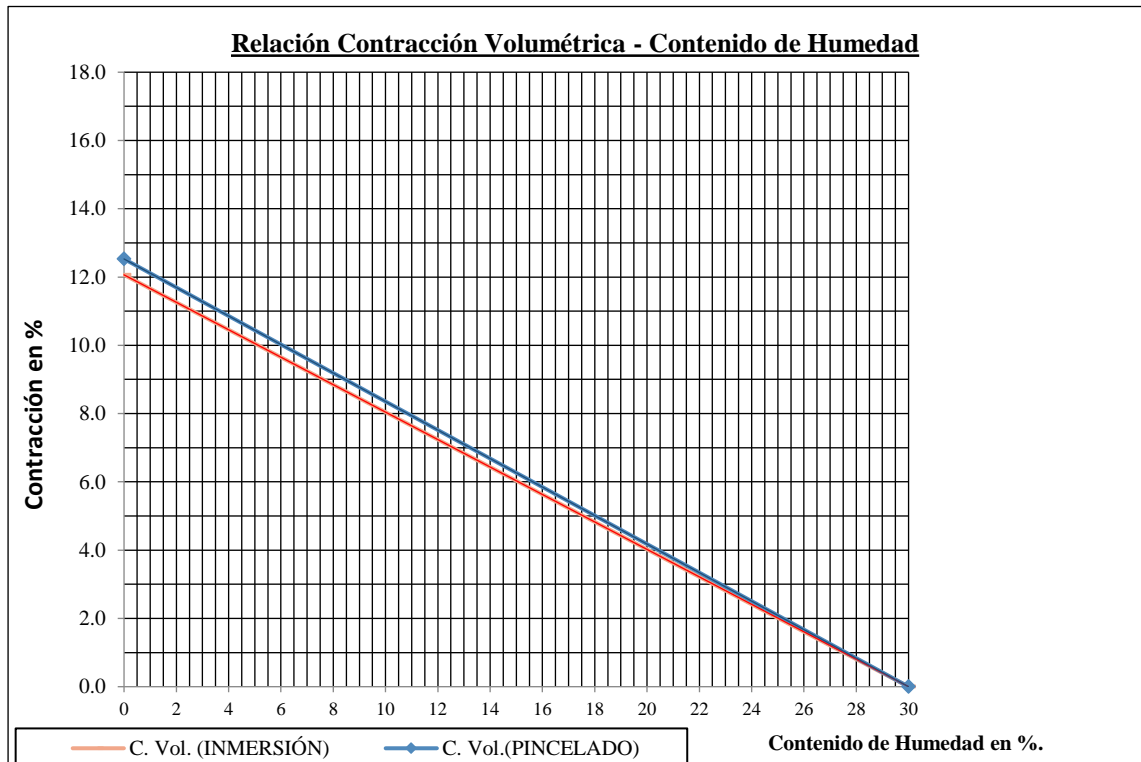


Figura 78

Curvas, contracción volumétrica vs. contenido de humedad, probetas de la especie maderable *Cedrelinga cateniformis*, método de pincelado e inmersión.



b. Procesamiento para ensayos de carácter mecánico

b.1. Procesamiento de datos: compresión paralela a la fibra

b.1.1. Tratamiento estadístico: compresión paralela a la fibra

Tabla 127

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) $MOE = \frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1.25 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"	Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
1	I-1-4-1	20.66	0.53	0.01282	313.08089	0.01803	357.59059	24425.097	179
2	I-1-4-2	21.91	0.47	0.01272	287.13311	0.01877	341.07571	22578.683	171
3	I-1-4-3	24.90	0.58	0.01195	274.04552	0.01737	316.84953	22942.279	158
4	I-1-4-4	23.06	0.54	0.01265	350.13438	0.01769	380.42613	27672.045	190
5	I-1-4-5	24.33	0.47	0.01332	285.53448	0.01990	332.10572	21441.352	166
6	I-1-4-6	28.87	0.50	0.01279	286.03216	0.01631	309.05734	22367.232	155
7	I-1-4-7	27.31	0.50	0.01311	259.82851	0.02231	325.17277	19822.132	163
8	I-1-4-8	26.16	0.50	0.01199	259.91370	0.02567	347.39074	21686.583	174
9	I-1-4-9	36.73	0.53	0.01206	295.91528	0.01500	321.54875	24543.027	161
10	I-1-4-10	29.68	0.57	0.01154	262.90285	0.01396	281.04184	22779.902	141
11	I-1-4-11	29.13	0.46	0.01144	249.11079	0.01555	281.56272	21771.612	141
12	I-1-4-12	26.43	0.52	0.01114	257.84037	0.01624	300.79392	23149.611	150
13	I-1-4-13	27.27	0.50	0.01090	231.93796	0.02245	318.38495	21278.712	159
14	I-1-4-14	27.65	0.53	0.01050	227.27171	0.02132	282.49412	21655.237	141
15	I-1-4-15	21.80	0.48	0.01270	269.46886	0.02129	336.48981	21219.691	168
16	II-1-4-1	26.70	0.53	0.01109	228.11774	0.01652	258.55154	20573.389	129
17	II-1-4-2	25.15	0.53	0.01245	214.57593	0.01822	248.51766	17237.784	124
18	II-1-4-3	21.80	0.57	0.01158	269.96821	0.01988	307.37497	23321.373	154
19	II-1-4-4	28.29	0.56	0.01223	283.53449	0.01617	322.25690	23191.108	161
20	II-1-4-5	34.38	0.56	0.01150	247.99863	0.01627	279.83370	21566.974	140
21	II-1-4-6	24.95	0.52	0.01156	248.71007	0.01800	289.97259	21516.573	145
22	II-1-4-7	32.93	0.49	0.01393	218.00981	0.02191	257.29027	15654.876	129
23	II-1-4-8	29.65	0.49	0.01311	242.47965	0.02177	273.62190	18502.835	137
24	II-1-4-9	21.97	0.49	0.01332	291.75895	0.01927	312.56900	21902.181	156
25	II-1-4-10	31.76	0.55	0.01234	247.72688	0.01557	277.38546	20070.233	139
26	II-1-4-11	24.79	0.44	0.01511	192.85826	0.01605	195.80500	12766.152	98
27	II-1-4-12	22.68	0.48	0.01212	240.57793	0.02110	288.28629	19857.856	144
28	II-1-4-13	22.60	0.45	0.01230	257.25763	0.02111	287.62503	20916.955	144
29	II-1-4-14	20.23	0.55	0.01090	268.26958	0.02047	311.25649	24609.630	156
30	II-1-4-15	21.88	0.55	0.01083	261.77411	0.01968	285.45183	24166.738	143
M(X)		26.189	0.515	0.01220	260.79228	0.01879	300.92611	21506.262	150.463
S(D)		4.185	0.038	0.001	31.489	0.003	36.655	2840.609	18.327
CV%		15.981	7.390	8.349	12.074	14.759	12.181	13.208	12.181
Límite de exclusión del 5%				0.01083	215	0.01500	249	15655	124

Tabla 128

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del método de inmersión.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) $MOE = \frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1.25 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"	Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
1	I-2-4-1	14.66	0.60	0.01439	343.06075	0.01793	377.07823	23840.219	189
2	I-2-4-2	15.40	0.57	0.01430	369.36580	0.01830	406.30277	25833.389	203
3	I-2-4-3	14.94	0.58	0.01459	292.17793	0.02066	337.81485	20030.022	169
4	I-2-4-4	14.83	0.48	0.01505	339.39445	0.01938	376.34801	22554.123	188
5	I-2-4-5	15.29	0.52	0.01424	363.57619	0.01637	380.68876	25528.450	190
6	I-2-4-6	15.37	0.59	0.01349	345.63929	0.01799	390.23307	25621.890	195
7	I-2-4-7	14.73	0.52	0.01497	385.52949	0.01653	396.12681	25760.356	198
8	I-2-4-8	13.98	0.49	0.01474	345.04824	0.01885	381.24956	23412.148	191
9	I-2-4-9	14.91	0.47	0.01371	356.36263	0.01741	394.95556	25989.107	197
10	I-2-4-10	14.64	0.60	0.01077	250.09126	0.02695	396.24911	23231.887	198
11	I-2-4-11	15.47	0.50	0.01450	350.26579	0.01693	369.83198	24149.599	185
12	I-2-4-12	14.52	0.46	0.01401	309.67741	0.02481	370.68884	22111.918	185
13	I-2-4-13	17.31	0.51	0.01271	284.43370	0.02502	346.40549	22387.540	173
14	I-2-4-14	15.60	0.54	0.01393	332.38887	0.02085	400.69762	23863.082	200
15	I-2-4-15	14.98	0.55	0.01455	339.32995	0.01625	348.81972	23320.043	174
16	II-2-4-1	15.83	0.58	0.01466	350.95368	0.01650	363.61684	23936.276	182
17	II-2-4-2	15.05	0.55	0.01341	295.99190	0.01955	341.11457	22069.184	171
18	II-2-4-3	14.83	0.57	0.01494	403.28514	0.01993	453.59230	26990.037	227
19	II-2-4-4	14.69	0.54	0.01453	327.17064	0.01861	363.51675	22520.006	182
20	II-2-4-5	15.66	0.52	0.01553	391.60591	0.01930	423.15173	25217.716	212
21	II-2-4-6	15.30	0.58	0.01441	360.79374	0.01859	397.76264	25037.734	199
22	II-2-4-7	15.59	0.58	0.01361	360.88746	0.01582	375.31081	26512.449	188
23	II-2-4-8	15.83	0.54	0.01476	351.47515	0.01727	369.94851	23820.749	185
24	II-2-4-9	14.71	0.43	0.01348	309.68487	0.01482	317.33029	22970.247	159
25	II-2-4-10	14.39	0.50	0.01464	369.76059	0.01568	375.32530	25256.871	188
26	II-2-4-11	15.12	0.51	0.01286	347.32498	0.02300	429.04982	27001.864	215
27	II-2-4-12	15.19	0.58	0.01389	393.51284	0.01912	449.25854	28330.658	225
28	II-2-4-13	14.17	0.47	0.01577	386.15099	0.01788	400.67542	24492.642	200
29	II-2-4-14	14.65	0.45	0.01421	310.31258	0.02252	379.04610	21834.547	190
30	II-2-4-15	15.12	0.48	0.01505	357.56152	0.01778	380.65427	23759.819	190
	M(X)	15.092	0.529	0.01419	344.09379	0.01902	383.09481	24246.152	191.547
	S(D)	0.627	0.048	0.001	35.133	0.003	30.586	1840.249	15.293
	CV%	4.151	9.169	6.752	10.210	15.441	7.984	7.590	7.984
	Límite de exclusión del 5%			0.01271	284	0.01568	341	21835	171

b.1.2. Construcción de curvas: compresión paralela a la fibra

Tabla 129

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-4-1		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-2		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-3		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-4		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00128	31.30800	0.00127	28.71295	0.00119	27.40384	0.00127	35.01363	0.00133	28.66270
3	0.00256	62.61599	0.00254	57.42590	0.00239	54.80768	0.00253	70.02726	0.00266	57.32540
4	0.00385	93.92399	0.00382	86.13886	0.00358	82.21151	0.00380	105.04090	0.00400	85.98811
5	0.00513	125.23199	0.00509	114.85181	0.00478	109.61535	0.00506	140.05453	0.00533	114.65081
6	0.00641	156.53998	0.00636	143.56476	0.00597	137.01919	0.00633	175.06816	0.00666	143.31351
7	0.00769	187.84798	0.00763	172.27771	0.00717	164.42303	0.00759	210.08179	0.00799	171.97621
8	0.00897	219.15598	0.00890	200.99066	0.00836	191.82686	0.00886	245.09543	0.00932	200.63891
9	0.01025	250.46398	0.01017	229.70362	0.00956	219.23070	0.01012	280.10906	0.01065	229.30162
10	0.01154	281.77197	0.01145	258.41657	0.01075	246.63454	0.01139	315.12269	0.01199	257.96432
11	0.01282	313.08089	0.01272	287.13311	0.01195	274.04552	0.01265	350.13438	0.01332	285.53448
12	0.01308	317.42039	0.01302	292.38994	0.01222	278.21417	0.01290	353.08834	0.01365	290.06866
13	0.01334	321.53795	0.01332	297.37988	0.01249	282.17372	0.01316	355.89002	0.01398	294.37685
14	0.01360	325.43291	0.01362	302.10010	0.01276	285.91926	0.01341	358.54028	0.01430	298.45218
15	0.01386	329.10528	0.01393	306.55059	0.01303	289.45079	0.01366	361.03910	0.01463	302.29466
16	0.01412	332.55505	0.01423	310.73135	0.01330	292.76830	0.01391	363.38650	0.01496	305.90428
17	0.01438	335.78223	0.01453	314.64239	0.01357	295.87180	0.01416	365.58248	0.01529	309.28104
18	0.01464	338.78683	0.01484	318.28370	0.01384	298.76129	0.01442	367.62702	0.01562	312.42495
19	0.01490	341.56882	0.01514	321.65529	0.01412	301.43677	0.01467	369.52013	0.01595	315.33599
20	0.01516	344.12823	0.01544	324.75715	0.01439	303.89823	0.01492	371.26182	0.01628	318.01419
21	0.01542	346.46504	0.01574	327.58928	0.01466	306.14569	0.01517	372.85208	0.01661	320.45952
22	0.01569	348.57926	0.01605	330.15169	0.01493	308.17913	0.01542	374.29091	0.01694	322.67200
23	0.01595	350.47089	0.01635	332.44437	0.01520	309.99855	0.01567	375.57832	0.01727	324.65162
24	0.01621	352.13993	0.01665	334.46733	0.01547	311.60397	0.01593	376.71429	0.01759	326.39838
25	0.01647	353.58637	0.01695	336.22056	0.01574	312.99537	0.01618	377.69884	0.01792	327.91228
26	0.01673	354.81022	0.01726	337.70407	0.01602	314.17276	0.01643	378.53196	0.01825	329.19333
27	0.01699	355.81148	0.01756	338.91785	0.01629	315.13614	0.01668	379.21365	0.01858	330.24152
28	0.01725	356.59015	0.01786	339.86190	0.01656	315.88551	0.01693	379.74391	0.01891	331.05686
29	0.01751	357.14622	0.01816	340.53623	0.01683	316.42086	0.01719	380.12275	0.01924	331.63933
30	0.01777	357.47970	0.01847	340.94084	0.01710	316.74220	0.01744	380.35015	0.01957	331.98895
31	0.01803	357.59059	0.01877	341.07571	0.01737	316.84953	0.01769	380.42613	0.01990	332.10572

Tabla 130

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-4-6		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-7		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-8		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-9		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00128	28.60441	0.00131	25.98275	0.00120	25.99254	0.00121	29.59242	0.00115	26.29053
3	0.00256	57.20883	0.00262	51.96551	0.00240	51.98509	0.00241	59.18484	0.00231	52.58106
4	0.00384	85.81324	0.00393	77.94826	0.00360	77.97763	0.00362	88.77726	0.00346	78.87159
5	0.00512	114.41765	0.00524	103.93102	0.00479	103.97017	0.00482	118.36968	0.00462	105.16212
6	0.00639	143.02207	0.00655	129.91377	0.00599	129.96272	0.00603	147.96210	0.00577	131.45265
7	0.00767	171.62648	0.00786	155.89653	0.00719	155.95526	0.00723	177.55452	0.00692	157.74318
8	0.00895	200.23090	0.00918	181.87928	0.00839	181.94780	0.00844	207.14695	0.00808	184.03371
9	0.01023	228.83531	0.01049	207.86204	0.00959	207.94035	0.00965	236.73937	0.00923	210.32424
10	0.01151	257.43972	0.01180	233.84479	0.01079	233.93289	0.01085	266.33179	0.01039	236.61477
11	0.01279	286.03216	0.01311	259.82851	0.01199	259.91370	0.01206	295.91528	0.01154	262.90285
12	0.01296	288.28372	0.01357	266.19918	0.01267	268.44903	0.01220	298.41986	0.01166	264.67269
13	0.01314	290.41317	0.01403	272.24379	0.01335	276.54009	0.01235	300.79001	0.01178	266.35025
14	0.01332	292.42749	0.01449	277.96165	0.01404	284.19378	0.01250	303.03206	0.01190	267.93713
15	0.01349	294.32669	0.01495	283.35277	0.01472	291.41012	0.01265	305.14602	0.01203	269.43335
16	0.01367	296.11077	0.01541	288.41713	0.01541	298.18910	0.01279	307.13189	0.01215	270.83890
17	0.01384	297.77973	0.01587	293.15475	0.01609	304.53072	0.01294	308.98966	0.01227	272.15378
18	0.01402	299.33356	0.01633	297.56562	0.01677	310.43498	0.01309	310.71934	0.01239	273.37799
19	0.01420	300.77228	0.01679	301.64974	0.01746	315.90188	0.01323	312.32093	0.01251	274.51153
20	0.01437	302.09587	0.01725	305.40711	0.01814	320.93143	0.01338	313.79443	0.01263	275.55441
21	0.01455	303.30434	0.01771	308.83773	0.01883	325.52361	0.01353	315.13983	0.01275	276.50661
22	0.01473	304.39769	0.01817	311.94160	0.01951	329.67844	0.01367	316.35714	0.01287	277.36814
23	0.01490	305.37591	0.01863	314.71873	0.02019	333.39591	0.01382	317.44636	0.01299	278.13901
24	0.01508	306.23902	0.01909	317.16910	0.02088	336.67602	0.01397	318.40748	0.01311	278.81921
25	0.01525	306.98700	0.01955	319.29273	0.02156	339.51877	0.01412	319.24052	0.01324	279.40873
26	0.01543	307.61986	0.02001	321.08961	0.02225	341.92416	0.01426	319.94545	0.01336	279.90759
27	0.01561	308.13760	0.02047	322.55974	0.02293	343.89219	0.01441	320.52230	0.01348	280.31578
28	0.01578	308.54022	0.02093	323.70312	0.02362	345.42287	0.01456	320.97105	0.01360	280.63329
29	0.01596	308.82771	0.02139	324.51975	0.02430	346.51618	0.01470	321.29171	0.01372	280.86014
30	0.01613	309.00009	0.02185	325.00963	0.02498	347.17214	0.01485	321.48428	0.01384	280.99632
31	0.01631	309.05734	0.02231	325.17276	0.02567	347.39074	0.01500	321.54875	0.01396	281.04184

Tabla 131

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-4-11		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-12		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-13		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-14		CÓDIGO DE PROB. I-1-4-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00114	24.91020	0.00111	25.78361	0.00109	23.19316	0.00105	22.72836	0.00127	26.94505
3	0.00229	49.82040	0.00223	51.56722	0.00218	46.38631	0.00210	45.45672	0.00254	53.89011
4	0.00343	74.73060	0.00334	77.35084	0.00327	69.57947	0.00315	68.18508	0.00381	80.83516
5	0.00458	99.64079	0.00446	103.13445	0.00436	92.77262	0.00420	90.91344	0.00508	107.78021
6	0.00572	124.55099	0.00557	128.91806	0.00545	115.96578	0.00525	113.64179	0.00635	134.72527
7	0.00687	149.46119	0.00668	154.70167	0.00654	139.15893	0.00630	136.37015	0.00762	161.67032
8	0.00801	174.37139	0.00780	180.48529	0.00763	162.35209	0.00735	159.09851	0.00889	188.61537
9	0.00915	199.28159	0.00891	206.26890	0.00872	185.54524	0.00840	181.82687	0.01016	215.56043
10	0.01030	224.19179	0.01002	232.05251	0.00981	208.73840	0.00945	204.55523	0.01143	242.50548
11	0.01144	249.11079	0.01114	257.84037	0.01090	231.93796	0.01050	227.27171	0.01270	269.46886
12	0.01165	252.26858	0.01139	262.02545	0.01148	240.36218	0.01104	232.66109	0.01313	275.99124
13	0.01185	255.27051	0.01165	265.99884	0.01205	248.35869	0.01158	237.76878	0.01356	282.19193
14	0.01206	258.11021	0.01190	269.75746	0.01263	255.92297	0.01212	242.60037	0.01399	288.05745
15	0.01226	260.78767	0.01216	273.30131	0.01321	263.05502	0.01266	247.15586	0.01442	293.58780
16	0.01247	263.30290	0.01241	276.63039	0.01379	269.75484	0.01320	251.43525	0.01485	298.78297
17	0.01267	265.65588	0.01267	279.74469	0.01436	276.02244	0.01374	255.43854	0.01527	303.64297
18	0.01288	267.84663	0.01292	282.64423	0.01494	281.85780	0.01428	259.16573	0.01570	308.16780
19	0.01308	269.87514	0.01318	285.32899	0.01552	287.26095	0.01483	262.61682	0.01613	312.35745
20	0.01329	271.74141	0.01343	287.79898	0.01610	292.23186	0.01537	265.79181	0.01656	316.21193
21	0.01350	273.44545	0.01369	290.05420	0.01667	296.77055	0.01591	268.69070	0.01699	319.73124
22	0.01370	274.98724	0.01394	292.09464	0.01725	300.87701	0.01645	271.31349	0.01742	322.91537
23	0.01391	276.36680	0.01420	293.92031	0.01783	304.55125	0.01699	273.66018	0.01785	325.76434
24	0.01411	277.58412	0.01445	295.53122	0.01841	307.79325	0.01753	275.73077	0.01828	328.27812
25	0.01432	278.63921	0.01471	296.92735	0.01898	310.60303	0.01807	277.52527	0.01871	330.45674
26	0.01452	279.53205	0.01496	298.10871	0.01956	312.98059	0.01861	279.04366	0.01914	332.30018
27	0.01473	280.26266	0.01522	299.07529	0.02014	314.92591	0.01916	280.28595	0.01957	333.80845
28	0.01493	280.83103	0.01547	299.82711	0.02071	316.43901	0.01970	281.25214	0.02000	334.98155
29	0.01514	281.23716	0.01573	300.36415	0.02129	317.51988	0.02024	281.94224	0.02043	335.81948
30	0.01534	281.48106	0.01598	300.68642	0.02187	318.16853	0.02078	282.35623	0.02086	336.32223
31	0.01555	281.56272	0.01624	300.79392	0.02245	318.38495	0.02132	282.49412	0.02129	336.48981

Tabla 132

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-4-1		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-2		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-3		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-4		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00111	22.81242	0.00124	21.45805	0.00116	26.99712	0.00122	28.35309	0.00115	24.79821
3	0.00222	45.62483	0.00249	42.91609	0.00232	53.99424	0.00245	56.70618	0.00230	49.59641
4	0.00333	68.43725	0.00373	64.37414	0.00347	80.99136	0.00367	85.05928	0.00345	74.39462
5	0.00444	91.24966	0.00498	85.83218	0.00463	107.98848	0.00489	113.41237	0.00460	99.19282
6	0.00554	114.06208	0.00622	107.29023	0.00579	134.98561	0.00611	141.76546	0.00575	123.99103
7	0.00665	136.87449	0.00747	128.74828	0.00695	161.98273	0.00734	170.11855	0.00690	148.78923
8	0.00776	159.68691	0.00871	150.20632	0.00810	188.97985	0.00856	198.47165	0.00805	173.58744
9	0.00887	182.49932	0.00996	171.66437	0.00926	215.97697	0.00978	226.82474	0.00920	198.38564
10	0.00998	205.31174	0.01120	193.12241	0.01042	242.97409	0.01100	255.17783	0.01035	223.18385
11	0.01109	228.11774	0.01245	214.57593	0.01158	269.96821	0.01223	283.53449	0.01150	247.99863
12	0.01136	231.08780	0.01274	217.88832	0.01199	273.61641	0.01242	287.30721	0.01174	251.09280
13	0.01163	233.90225	0.01303	221.02790	0.01241	277.07642	0.01262	290.88933	0.01198	254.03805
14	0.01190	236.56459	0.01331	223.99775	0.01282	280.34941	0.01282	294.27782	0.01221	256.82414
15	0.01217	239.07482	0.01360	226.79788	0.01324	283.43536	0.01301	297.47268	0.01245	259.45104
16	0.01245	241.43294	0.01389	229.42829	0.01365	286.33429	0.01321	300.47391	0.01269	261.91877
17	0.01272	243.63895	0.01418	231.88898	0.01407	289.04619	0.01341	303.28152	0.01293	264.22732
18	0.01299	245.69285	0.01447	234.17994	0.01448	291.57107	0.01361	305.89549	0.01317	266.37670
19	0.01326	247.59464	0.01476	236.30118	0.01490	293.90892	0.01380	308.31583	0.01341	268.36691
20	0.01353	249.34432	0.01505	238.25269	0.01531	296.05974	0.01400	310.54255	0.01365	270.19794
21	0.01380	250.94189	0.01534	240.03449	0.01573	298.02353	0.01420	312.57564	0.01388	271.86979
22	0.01408	252.38735	0.01562	241.64656	0.01614	299.80030	0.01439	314.41509	0.01412	273.38247
23	0.01435	253.68070	0.01591	243.08891	0.01656	301.39004	0.01459	316.06092	0.01436	274.73597
24	0.01462	254.82194	0.01620	244.36153	0.01697	302.79275	0.01479	317.51312	0.01460	275.93030
25	0.01489	255.81107	0.01649	245.46443	0.01739	304.00843	0.01499	318.77169	0.01484	276.96546
26	0.01516	256.64809	0.01678	246.39761	0.01780	305.03709	0.01518	319.83663	0.01508	277.84144
27	0.01543	257.33300	0.01707	247.16107	0.01822	305.87872	0.01538	320.70794	0.01532	278.55824
28	0.01570	257.86580	0.01736	247.75480	0.01863	306.53332	0.01558	321.38563	0.01555	279.11587
29	0.01598	258.24649	0.01765	248.17881	0.01905	307.00090	0.01577	321.86968	0.01579	279.51432
30	0.01625	258.47507	0.01794	248.43310	0.01946	307.28144	0.01597	322.16011	0.01603	279.75360
31	0.01652	258.55154	0.01822	248.51766	0.01988	307.37497	0.01617	322.25690	0.01627	279.83370

Tabla 133

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-4-6		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-7		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-8		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-9		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00116	24.86936	0.00139	21.80159	0.00131	24.24726	0.00133	29.17546	0.00123	24.77295
3	0.00231	49.73872	0.00279	43.60318	0.00262	48.49453	0.00266	58.35092	0.00247	49.54591
4	0.00347	74.60808	0.00418	65.40477	0.00393	72.74179	0.00400	87.52638	0.00370	74.31886
5	0.00462	99.47744	0.00557	87.20635	0.00524	96.98905	0.00533	116.70184	0.00494	99.09182
6	0.00578	124.34680	0.00696	109.00794	0.00655	121.23632	0.00666	145.87730	0.00617	123.86477
7	0.00694	149.21617	0.00836	130.80953	0.00786	145.48358	0.00799	175.05277	0.00741	148.63773
8	0.00809	174.08553	0.00975	152.61112	0.00917	169.73084	0.00932	204.22823	0.00864	173.41068
9	0.00925	198.95489	0.01114	174.41271	0.01048	193.97811	0.01066	233.40369	0.00987	198.18363
10	0.01040	223.82425	0.01253	196.21430	0.01179	218.22537	0.01199	262.57915	0.01111	222.95659
11	0.01156	248.71007	0.01393	218.00981	0.01311	242.47965	0.01332	291.75895	0.01234	247.72688
12	0.01188	252.72435	0.01433	221.84313	0.01354	245.51351	0.01362	293.78640	0.01250	250.62111
13	0.01220	256.54208	0.01472	225.47624	0.01397	248.39437	0.01392	295.71122	0.01267	253.36459
14	0.01252	260.15344	0.01512	228.91297	0.01440	251.11952	0.01421	297.53200	0.01283	255.95975
15	0.01285	263.55844	0.01552	232.15330	0.01484	253.68894	0.01451	299.24876	0.01299	258.40660
16	0.01317	266.75707	0.01592	235.19726	0.01527	256.10265	0.01481	300.86149	0.01315	260.70513
17	0.01349	269.74933	0.01632	238.04483	0.01570	258.36064	0.01511	302.37019	0.01331	262.85535
18	0.01381	272.53523	0.01672	240.69601	0.01614	260.46290	0.01540	303.77486	0.01347	264.85726
19	0.01413	275.11476	0.01712	243.15080	0.01657	262.40945	0.01570	305.07550	0.01363	266.71085
20	0.01446	277.48793	0.01752	245.40922	0.01700	264.20028	0.01600	306.27212	0.01379	268.41613
21	0.01478	279.65473	0.01792	247.47124	0.01744	265.83539	0.01630	307.36471	0.01396	269.97309
22	0.01510	281.61516	0.01832	249.33688	0.01787	267.31478	0.01659	308.35326	0.01412	271.38174
23	0.01542	283.36923	0.01871	251.00613	0.01830	268.63844	0.01689	309.23779	0.01428	272.64208
24	0.01574	284.91693	0.01911	252.47900	0.01874	269.80639	0.01719	310.01829	0.01444	273.75410
25	0.01607	286.25827	0.01951	253.75548	0.01917	270.81862	0.01748	310.69476	0.01460	274.71781
26	0.01639	287.39324	0.01991	254.83558	0.01960	271.67514	0.01778	311.26721	0.01476	275.53320
27	0.01671	288.32184	0.02031	255.71929	0.02003	272.37593	0.01808	311.73562	0.01492	276.20028
28	0.01703	289.04408	0.02071	256.40661	0.02047	272.92100	0.01838	312.10001	0.01508	276.71905
29	0.01735	289.55995	0.02111	256.89755	0.02090	273.31035	0.01867	312.36037	0.01524	277.08950
30	0.01768	289.86945	0.02151	257.19211	0.02133	273.54398	0.01897	312.51670	0.01541	277.31164
31	0.01800	289.97259	0.02191	257.29027	0.02177	273.62190	0.01927	312.56900	0.01557	277.38546

Tabla 134

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-4-11		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-12		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-13		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-14		CÓDIGO DE PROB. II-1-4-15		PROMEDIO TABULACIÓN	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		PTO. A PTO.	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	M(X)	M(Y)
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00151	19.28572	0.00121	24.05820	0.00123	25.72529	0.00109	26.82614	0.00108	26.17823	0.00122	26.08278
3	0.00302	38.57144	0.00242	48.11640	0.00246	51.45058	0.00218	53.65229	0.00217	52.35647	0.00244	52.16555
4	0.00453	57.85715	0.00363	72.17460	0.00369	77.17588	0.00327	80.47843	0.00325	78.53470	0.00366	78.24833
5	0.00604	77.14287	0.00485	96.23280	0.00492	102.90117	0.00436	107.30458	0.00433	104.71294	0.00488	104.33110
6	0.00755	96.42859	0.00606	120.29100	0.00615	128.62646	0.00545	134.13072	0.00542	130.89117	0.00610	130.41388
7	0.00906	115.71431	0.00727	144.34921	0.00738	154.35175	0.00654	160.95686	0.00650	157.06940	0.00732	156.49665
8	0.01057	135.00002	0.00848	168.40741	0.00861	180.07704	0.00763	187.78301	0.00758	183.24764	0.00854	182.57943
9	0.01209	154.28574	0.00969	192.46561	0.00984	205.80233	0.00872	214.60915	0.00867	209.42587	0.00976	208.66220
10	0.01360	173.57146	0.01090	216.52381	0.01107	231.52763	0.00981	241.43530	0.00975	235.60410	0.01098	234.74498
11	0.01511	192.85826	0.01212	240.57793	0.01230	257.25763	0.01090	268.26958	0.01083	261.77411	0.01220	260.79228
12	0.01515	193.14505	0.01256	245.23139	0.01274	260.21692	0.01138	272.45794	0.01127	264.08423	0.01253	264.70437
13	0.01520	193.41764	0.01301	249.64415	0.01318	263.02593	0.01186	276.43434	0.01172	266.27415	0.01286	268.41677
14	0.01525	193.67550	0.01346	253.81839	0.01362	265.68311	0.01234	280.19581	0.01216	268.34571	0.01319	271.92851
15	0.01530	193.91863	0.01391	257.75410	0.01406	268.18847	0.01282	283.74235	0.01260	270.29890	0.01352	275.23958
16	0.01534	194.14702	0.01436	261.45129	0.01450	270.54199	0.01329	287.07396	0.01305	272.13373	0.01385	278.34998
17	0.01539	194.36068	0.01481	264.90996	0.01494	272.74367	0.01377	290.19064	0.01349	273.85018	0.01418	281.25972
18	0.01544	194.55961	0.01526	268.13010	0.01538	274.79353	0.01425	293.09239	0.01393	275.44826	0.01451	283.96879
19	0.01548	194.74381	0.01571	271.11172	0.01582	276.69156	0.01473	295.77920	0.01437	276.92798	0.01484	286.47719
20	0.01553	194.91327	0.01616	273.85481	0.01626	278.43775	0.01521	298.25109	0.01482	278.28933	0.01517	288.78493
21	0.01558	195.06800	0.01661	276.35938	0.01671	280.03211	0.01569	300.50805	0.01526	279.53231	0.01550	290.89201
22	0.01563	195.20800	0.01706	278.62543	0.01715	281.47465	0.01617	302.55008	0.01570	280.65692	0.01583	292.79841
23	0.01567	195.33326	0.01751	280.65295	0.01759	282.76535	0.01664	304.37718	0.01614	281.66316	0.01616	294.50416
24	0.01572	195.44379	0.01796	282.44195	0.01803	283.90422	0.01712	305.98935	0.01659	282.55103	0.01649	296.00923
25	0.01577	195.53959	0.01841	283.99243	0.01847	284.89125	0.01760	307.38659	0.01703	283.32054	0.01682	297.31364
26	0.01581	195.62066	0.01886	285.30438	0.01891	285.72646	0.01808	308.56890	0.01747	283.97168	0.01715	298.41738
27	0.01586	195.68699	0.01931	286.37781	0.01935	286.40984	0.01856	309.53628	0.01791	284.50444	0.01748	299.32046
28	0.01591	195.73859	0.01976	287.21271	0.01979	286.94138	0.01904	310.28873	0.01836	284.91884	0.01781	300.02287
29	0.01596	195.77546	0.02021	287.80910	0.02023	287.32109	0.01952	310.82624	0.01880	285.21487	0.01813	300.52462
30	0.01600	195.79759	0.02065	288.16695	0.02067	287.54898	0.01999	311.14883	0.01924	285.39253	0.01846	300.82569
31	0.01605	195.80500	0.02110	288.28629	0.02111	287.62503	0.02047	311.25649	0.01968	285.45183	0.01879	300.92611

Figura 79

Ajuste, ensayo mecánico “*compresión paralela a la fibra*”, método de pincelado.

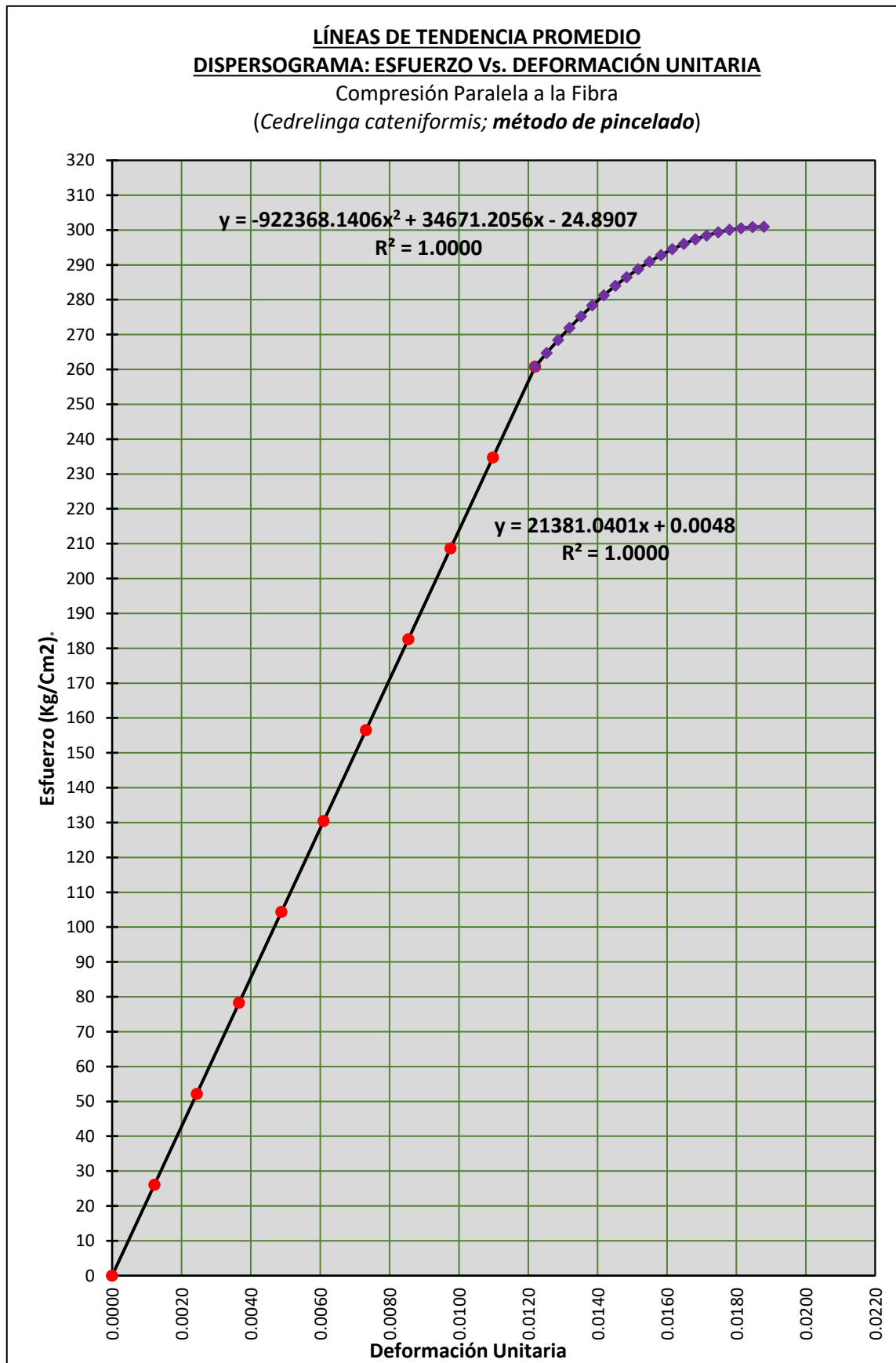


Tabla 135

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, de la madera Cedrelinga cateniformis (método de pincelado).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión paralela a la fibra, para madera Cedrelinga cateniformis a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera Cedrelinga cateniformis; será:

$$Y = 21382.3536x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera Cedrelinga cateniformis; será:

$$Y = -861184.9206x^2 + 33191.7997x - 15.94855$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.01219, 260.74368)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.01927, 303.87114)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00122	26.08278
0.00244	52.16555
0.00366	78.24833
0.00488	104.33110
0.00610	130.41388
0.00732	156.49665
0.00854	182.57943
0.00976	208.66220
0.01098	234.74498
0.01220	260.79228
0.01253	264.70437
0.01286	268.41677
0.01319	271.92851
0.01352	275.23958
0.01385	278.34998
0.01418	281.25972
0.01451	283.96879
0.01484	286.47719
0.01517	288.78493
0.01550	290.89201
0.01583	292.79841
0.01616	294.50416
0.01649	296.00923
0.01682	297.31364
0.01715	298.41738
0.01748	299.32046
0.01781	300.02287
0.01813	300.52462
0.01846	300.82569
0.01879	300.92611

Figura 80

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, método de pincelado.

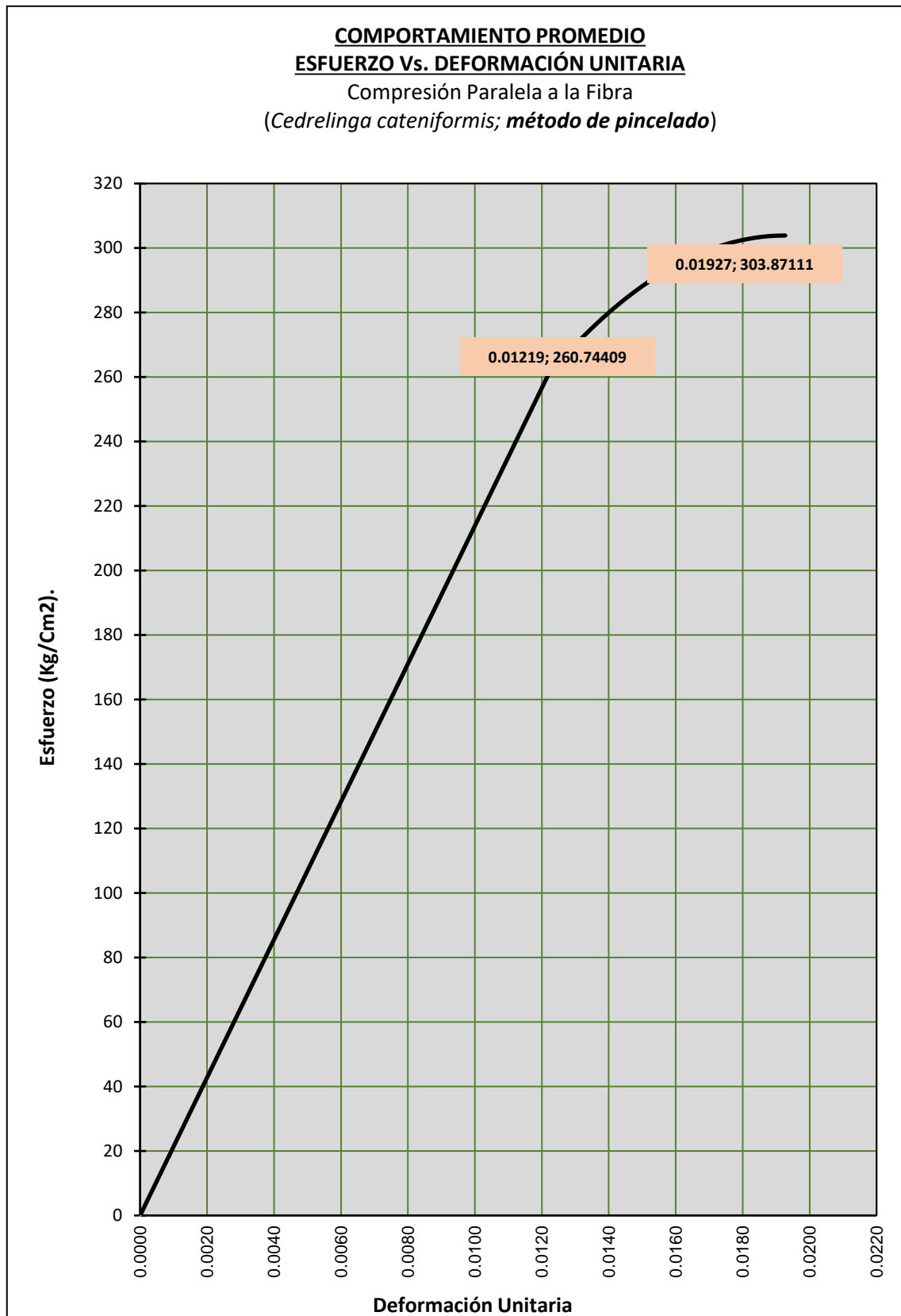


Figura 81

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “compresión paralela a la fibra”, método de pincelado.

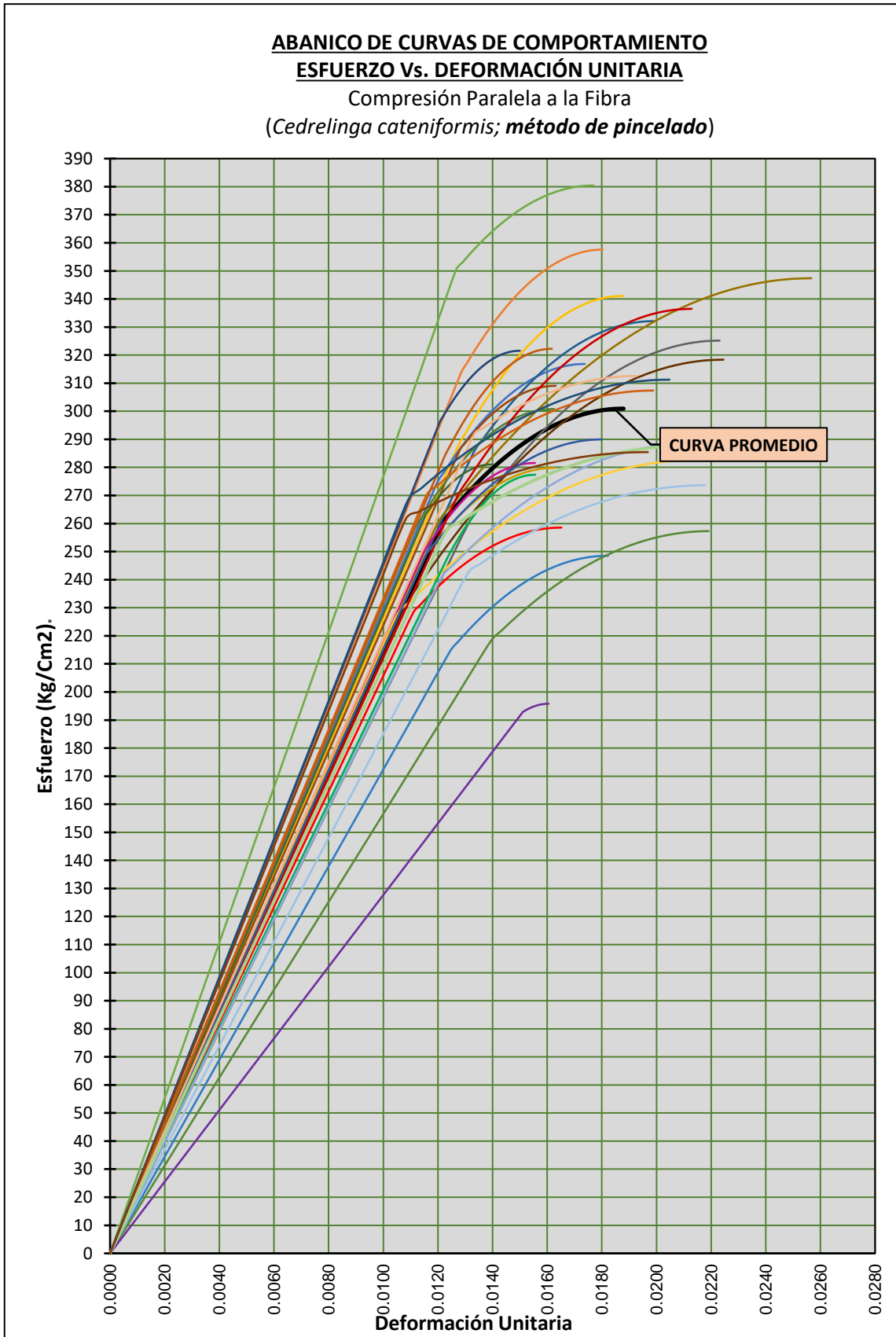


Tabla 136

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-4-1		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-2		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-3		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-4		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00144	34.30527	0.00143	36.93544	0.00146	29.21712	0.00150	33.93925	0.00142	36.35781
3	0.00288	68.61054	0.00286	73.87087	0.00292	58.43423	0.00301	67.87850	0.00285	72.71562
4	0.00432	102.91581	0.00429	110.80631	0.00438	87.65135	0.00451	101.81775	0.00427	109.07342
5	0.00576	137.22108	0.00572	147.74174	0.00583	116.86847	0.00602	135.75700	0.00570	145.43123
6	0.00720	171.52635	0.00715	184.67718	0.00729	146.08558	0.00752	169.69624	0.00712	181.78904
7	0.00863	205.83162	0.00858	221.61262	0.00875	175.30270	0.00903	203.63549	0.00855	218.14685
8	0.01007	240.13689	0.01001	258.54805	0.01021	204.51981	0.01053	237.57474	0.00997	254.50466
9	0.01151	274.44216	0.01144	295.48349	0.01167	233.73693	0.01204	271.51399	0.01139	290.86246
10	0.01295	308.74743	0.01287	332.41892	0.01313	262.95405	0.01354	305.45324	0.01282	327.22027
11	0.01439	343.06075	0.01430	369.36580	0.01459	292.17793	0.01505	339.39445	0.01424	363.57619
12	0.01457	346.37181	0.01450	372.95952	0.01489	296.62305	0.01526	342.99555	0.01435	365.24564
13	0.01474	349.51923	0.01470	376.37673	0.01519	300.84502	0.01548	346.41342	0.01445	366.82835
14	0.01492	352.49651	0.01490	379.60924	0.01550	304.83878	0.01570	349.64656	0.01456	368.32552
15	0.01510	355.30364	0.01510	382.65705	0.01580	308.60432	0.01591	352.69499	0.01467	369.73714
16	0.01527	357.94063	0.01530	385.52016	0.01610	312.14163	0.01613	355.55870	0.01477	371.06322
17	0.01545	360.40747	0.01550	388.19857	0.01641	315.45073	0.01635	358.23769	0.01488	372.30374
18	0.01563	362.70417	0.01570	390.69228	0.01671	318.53160	0.01656	360.73196	0.01499	373.45872
19	0.01580	364.83073	0.01590	393.00129	0.01702	321.38425	0.01678	363.04151	0.01509	374.52816
20	0.01598	366.78715	0.01610	395.12560	0.01732	324.00868	0.01700	365.16635	0.01520	375.51205
21	0.01616	368.57342	0.01630	397.06520	0.01762	326.40489	0.01721	367.10646	0.01531	376.41039
22	0.01634	370.18954	0.01650	398.82011	0.01793	328.57288	0.01743	368.86185	0.01541	377.22318
23	0.01651	371.63553	0.01670	400.39032	0.01823	330.51265	0.01765	370.43252	0.01552	377.95043
24	0.01669	372.91137	0.01690	401.77583	0.01853	332.22420	0.01786	371.81848	0.01563	378.59214
25	0.01687	374.01706	0.01710	402.97663	0.01884	333.70753	0.01808	373.01971	0.01573	379.14829
26	0.01704	374.95262	0.01730	403.99274	0.01914	334.96263	0.01830	374.03623	0.01584	379.61890
27	0.01722	375.71802	0.01750	404.82415	0.01944	335.98952	0.01851	374.86802	0.01594	380.00397
28	0.01740	376.31329	0.01770	405.47085	0.01975	336.78818	0.01873	375.51510	0.01605	380.30348
29	0.01757	376.73841	0.01790	405.93286	0.02005	337.35863	0.01895	375.97745	0.01616	380.51745
30	0.01775	376.99339	0.01810	406.21017	0.02035	337.70085	0.01916	376.25509	0.01626	380.64588
31	0.01793	377.07823	0.01830	406.30277	0.02066	337.81485	0.01938	376.34801	0.01637	380.68876

Tabla 137

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-4-6		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-7		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-8		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-9		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00135	34.56351	0.00150	38.55275	0.00147	34.50543	0.00137	35.63637	0.00108	25.00944
3	0.00270	69.12701	0.00299	77.10551	0.00295	69.01086	0.00274	71.27273	0.00215	50.01888
4	0.00405	103.69052	0.00449	115.65826	0.00442	103.51630	0.00411	106.90910	0.00323	75.02831
5	0.00540	138.25403	0.00599	154.21102	0.00590	138.02173	0.00548	142.54546	0.00431	100.03775
6	0.00675	172.81753	0.00748	192.76377	0.00737	172.52716	0.00686	178.18183	0.00538	125.04719
7	0.00809	207.38104	0.00898	231.31653	0.00884	207.03259	0.00823	213.81819	0.00646	150.05663
8	0.00944	241.94455	0.01048	269.86928	0.01032	241.53803	0.00960	249.45456	0.00754	175.06606
9	0.01079	276.50805	0.01197	308.42204	0.01179	276.04346	0.01097	285.09092	0.00861	200.07550
10	0.01214	311.07156	0.01347	346.97479	0.01326	310.54889	0.01234	320.72729	0.00969	225.08494
11	0.01349	345.63929	0.01497	385.52949	0.01474	345.04824	0.01371	356.36263	0.01077	250.09126
12	0.01371	349.98466	0.01504	386.56191	0.01494	348.58164	0.01390	360.12578	0.01157	264.34431
13	0.01394	354.11026	0.01512	387.54236	0.01515	351.92953	0.01408	363.69519	0.01238	277.86410
14	0.01416	358.01283	0.01520	388.46979	0.01535	355.09646	0.01427	367.07169	0.01319	290.65307
15	0.01439	361.69238	0.01528	389.34423	0.01556	358.08245	0.01445	370.25526	0.01400	302.71122
16	0.01461	365.14889	0.01536	390.16566	0.01577	360.88750	0.01464	373.24592	0.01481	314.03854
17	0.01484	368.38238	0.01544	390.93409	0.01597	363.51159	0.01482	376.04366	0.01562	324.63503
18	0.01506	371.39283	0.01551	391.64952	0.01618	365.95474	0.01501	378.64848	0.01643	334.50069
19	0.01529	374.18026	0.01559	392.31194	0.01638	368.21695	0.01519	381.06038	0.01724	343.63553
20	0.01551	376.74466	0.01567	392.92136	0.01659	370.29820	0.01538	383.27936	0.01805	352.03954
21	0.01574	379.08602	0.01575	393.47778	0.01679	372.19852	0.01556	385.30543	0.01886	359.71272
22	0.01596	381.20436	0.01583	393.98120	0.01700	373.91788	0.01575	387.13857	0.01967	366.65508
23	0.01619	383.09967	0.01591	394.43161	0.01721	375.45630	0.01593	388.77880	0.02047	372.86661
24	0.01641	384.77195	0.01599	394.82902	0.01741	376.81377	0.01612	390.22611	0.02128	378.34732
25	0.01664	386.22120	0.01606	395.17343	0.01762	377.99029	0.01630	391.48050	0.02209	383.09720
26	0.01686	387.44741	0.01614	395.46483	0.01782	378.98587	0.01648	392.54197	0.02290	387.11625
27	0.01709	388.45060	0.01622	395.70323	0.01803	379.80050	0.01667	393.41053	0.02371	390.40447
28	0.01731	389.23077	0.01630	395.88863	0.01823	380.43418	0.01685	394.08616	0.02452	392.96187
29	0.01754	389.78790	0.01638	396.02103	0.01844	380.88692	0.01704	394.56888	0.02533	394.78844
30	0.01776	390.12200	0.01646	396.10042	0.01865	381.15871	0.01722	394.85868	0.02614	395.88419
31	0.01799	390.23307	0.01653	396.12681	0.01885	381.24956	0.01741	394.95556	0.02695	396.24911

Tabla 138

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-4-11		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-12		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-13		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-14		CÓDIGO DE PROB. I-2-4-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00145	35.02741	0.00140	30.96866	0.00127	28.42283	0.00139	33.23770	0.00146	33.93383
3	0.00290	70.05483	0.00280	61.93731	0.00254	56.84565	0.00279	66.47539	0.00291	67.86765
4	0.00435	105.08224	0.00420	92.90597	0.00381	85.26848	0.00418	99.71309	0.00437	101.80148
5	0.00580	140.10965	0.00560	123.87462	0.00508	113.69131	0.00557	132.95079	0.00582	135.73530
6	0.00725	175.13706	0.00700	154.84328	0.00635	142.11413	0.00696	166.18848	0.00728	169.66913
7	0.00870	210.16448	0.00840	185.81193	0.00762	170.53696	0.00836	199.42618	0.00873	203.60296
8	0.01015	245.19189	0.00980	216.78059	0.00889	198.95979	0.00975	232.66388	0.01019	237.53678
9	0.01160	280.21930	0.01120	247.74925	0.01016	227.38261	0.01114	265.90157	0.01164	271.47061
10	0.01305	315.24672	0.01260	278.71790	0.01143	255.80544	0.01254	299.13927	0.01310	305.40443
11	0.01450	350.26579	0.01401	309.67741	0.01271	284.43370	0.01393	332.38887	0.01455	339.32995
12	0.01463	352.17825	0.01455	315.63011	0.01332	290.48112	0.01427	339.03982	0.01464	340.25905
13	0.01475	353.98736	0.01509	321.27313	0.01394	296.21319	0.01462	345.35905	0.01472	341.13671
14	0.01487	355.69869	0.01563	326.61112	0.01455	301.63541	0.01497	351.33672	0.01481	341.96692
15	0.01499	357.31225	0.01617	331.64410	0.01517	306.74777	0.01531	356.97282	0.01489	342.74967
16	0.01511	358.82803	0.01671	336.37205	0.01578	311.55028	0.01566	362.26736	0.01498	343.48497
17	0.01523	360.24605	0.01725	340.79498	0.01640	316.04294	0.01600	367.22033	0.01506	344.17281
18	0.01535	361.56628	0.01779	344.91290	0.01701	320.22574	0.01635	371.83174	0.01515	344.81319
19	0.01547	362.78875	0.01833	348.72579	0.01763	324.09869	0.01670	376.10158	0.01523	345.40612
20	0.01559	363.91344	0.01887	352.23366	0.01824	327.66178	0.01704	380.02986	0.01532	345.95159
21	0.01572	364.94036	0.01941	355.43650	0.01886	330.91502	0.01739	383.61657	0.01540	346.44961
22	0.01584	365.86950	0.01995	358.33433	0.01948	333.85841	0.01773	386.86172	0.01548	346.90017
23	0.01596	366.70087	0.02049	360.92714	0.02009	336.49195	0.01808	389.76530	0.01557	347.30328
24	0.01608	367.43447	0.02103	363.21492	0.02071	338.81563	0.01843	392.32732	0.01565	347.65893
25	0.01620	368.07029	0.02157	365.19769	0.02132	340.82945	0.01877	394.54777	0.01574	347.96712
26	0.01632	368.60834	0.02211	366.87543	0.02194	342.53343	0.01912	396.42666	0.01582	348.22786
27	0.01644	369.04862	0.02265	368.24816	0.02255	343.92755	0.01946	397.96398	0.01591	348.44115
28	0.01656	369.39112	0.02319	369.31586	0.02317	345.01181	0.01981	399.15974	0.01599	348.60697
29	0.01668	369.63585	0.02373	370.07854	0.02378	345.78623	0.02016	400.01393	0.01608	348.72535
30	0.01681	369.78280	0.02427	370.53620	0.02440	346.25078	0.02050	400.52656	0.01616	348.79626
31	0.01693	369.83198	0.02481	370.68884	0.02502	346.40549	0.02085	400.69762	0.01625	348.81972

Tabla 139

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-4-1		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-2		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-3		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-4		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00147	35.09497	0.00134	29.59970	0.00149	40.32940	0.00145	32.71773	0.00155	39.15852
3	0.00293	70.18994	0.00268	59.19939	0.00299	80.65880	0.00291	65.43546	0.00311	78.31704
4	0.00440	105.28491	0.00402	88.79909	0.00448	120.98821	0.00436	98.15319	0.00466	117.47556
5	0.00586	140.37988	0.00536	118.39878	0.00598	161.31761	0.00581	130.87092	0.00621	156.63408
6	0.00733	175.47484	0.00671	147.99848	0.00747	201.64701	0.00726	163.58865	0.00776	195.79260
7	0.00880	210.56981	0.00805	177.59817	0.00897	241.97641	0.00872	196.30637	0.00932	234.95113
8	0.01026	245.66478	0.00939	207.19787	0.01046	282.30582	0.01017	229.02410	0.01087	274.10965
9	0.01173	280.75975	0.01073	236.79756	0.01195	322.63522	0.01162	261.74183	0.01242	313.26817
10	0.01320	315.85472	0.01207	266.39726	0.01345	362.96462	0.01308	294.45956	0.01398	352.42669
11	0.01466	350.95368	0.01341	295.99190	0.01494	403.28514	0.01453	327.17064	0.01553	391.60591
12	0.01475	352.18656	0.01372	300.39427	0.01519	408.19608	0.01473	330.71837	0.01572	394.66928
13	0.01485	353.35838	0.01403	304.56770	0.01544	412.84888	0.01494	334.07923	0.01591	397.58860
14	0.01494	354.46685	0.01433	308.51554	0.01569	417.25017	0.01514	337.25845	0.01609	400.35012
15	0.01503	355.51196	0.01464	312.23779	0.01594	421.39996	0.01534	340.25606	0.01628	402.95383
16	0.01512	356.49371	0.01495	315.73447	0.01619	425.29825	0.01555	343.07204	0.01647	405.39974
17	0.01521	357.41210	0.01525	319.00556	0.01644	428.94503	0.01575	345.70639	0.01666	407.68784
18	0.01530	358.26713	0.01556	322.05106	0.01669	432.34032	0.01596	348.15912	0.01685	409.81813
19	0.01540	359.05880	0.01587	324.87099	0.01694	435.48410	0.01616	350.43022	0.01704	411.79062
20	0.01549	359.78711	0.01617	327.46533	0.01719	438.37638	0.01636	352.51970	0.01722	413.60531
21	0.01558	360.45206	0.01648	329.83409	0.01744	441.01716	0.01657	354.42756	0.01741	415.26219
22	0.01567	361.05366	0.01679	331.97726	0.01769	443.40643	0.01677	356.15379	0.01760	416.76127
23	0.01576	361.59189	0.01709	333.89485	0.01793	445.54420	0.01698	357.69839	0.01779	418.10254
24	0.01585	362.06677	0.01740	335.58686	0.01818	447.43047	0.01718	359.06137	0.01798	419.28600
25	0.01595	362.47828	0.01771	337.05328	0.01843	449.06524	0.01738	360.24273	0.01817	420.31166
26	0.01604	362.82644	0.01801	338.29412	0.01868	450.44851	0.01759	361.24246	0.01835	421.17952
27	0.01613	363.11124	0.01832	339.30938	0.01893	451.58027	0.01779	362.06057	0.01854	421.88957
28	0.01622	363.33268	0.01863	340.09905	0.01918	452.46053	0.01800	362.69705	0.01873	422.44182
29	0.01631	363.49075	0.01893	340.66314	0.01943	453.08929	0.01820	363.15191	0.01892	422.83626
30	0.01641	363.58547	0.01924	341.00165	0.01968	453.46655	0.01840	363.42514	0.01911	423.07289
31	0.01650	363.61684	0.01955	341.11457	0.01993	453.59230	0.01861	363.51675	0.01930	423.15173

Tabla 140

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-4-6		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-7		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-8		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-9		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00144	36.07848	0.00136	36.08912	0.00148	35.14699	0.00135	30.96885	0.00146	36.97502
3	0.00288	72.15696	0.00272	72.17825	0.00295	70.29398	0.00270	61.93771	0.00293	73.95005
4	0.00432	108.23545	0.00408	108.26737	0.00443	105.44096	0.00404	92.90656	0.00439	110.92507
5	0.00576	144.31393	0.00544	144.35649	0.00590	140.58795	0.00539	123.87541	0.00586	147.90010
6	0.00721	180.39241	0.00681	180.44562	0.00738	175.73494	0.00674	154.84427	0.00732	184.87512
7	0.00865	216.47089	0.00817	216.53474	0.00885	210.88193	0.00809	185.81312	0.00878	221.85015
8	0.01009	252.54938	0.00953	252.62387	0.01033	246.02891	0.00944	216.78197	0.01025	258.82517
9	0.01153	288.62786	0.01089	288.71299	0.01180	281.17590	0.01079	247.75083	0.01171	295.80020
10	0.01297	324.70634	0.01225	324.80211	0.01328	316.32289	0.01213	278.71968	0.01318	332.77522
11	0.01441	360.79374	0.01361	360.88746	0.01476	351.47515	0.01348	309.68487	0.01464	369.76059
12	0.01462	364.39223	0.01372	362.29540	0.01488	353.27330	0.01355	310.43162	0.01469	370.29928
13	0.01483	367.81218	0.01383	363.62937	0.01501	354.98232	0.01362	311.13838	0.01474	370.81453
14	0.01504	371.04728	0.01394	364.89123	0.01513	356.59897	0.01368	311.80694	0.01480	371.30192
15	0.01525	374.09754	0.01405	366.08099	0.01526	358.12325	0.01375	312.43733	0.01485	371.76145
16	0.01546	376.96295	0.01416	367.19864	0.01538	359.55514	0.01382	313.02952	0.01490	372.19312
17	0.01566	379.64351	0.01427	368.24419	0.01551	360.89466	0.01388	313.58353	0.01495	372.59694
18	0.01587	382.13923	0.01439	369.21763	0.01564	362.14181	0.01395	314.09936	0.01500	372.97289
19	0.01608	384.45010	0.01450	370.11897	0.01576	363.29658	0.01402	314.57700	0.01505	373.32099
20	0.01629	386.57613	0.01461	370.94820	0.01589	364.35897	0.01408	315.01646	0.01511	373.64124
21	0.01650	388.51731	0.01472	371.70533	0.01601	365.32899	0.01415	315.41773	0.01516	373.93362
22	0.01671	390.27365	0.01483	372.39035	0.01614	366.20664	0.01422	315.78082	0.01521	374.19815
23	0.01692	391.84514	0.01494	373.00327	0.01627	366.99190	0.01428	316.10572	0.01526	374.43482
24	0.01713	393.23179	0.01505	373.54408	0.01639	367.68479	0.01435	316.39244	0.01531	374.64363
25	0.01734	394.43359	0.01516	374.01278	0.01652	368.28531	0.01442	316.64097	0.01536	374.82458
26	0.01755	395.45054	0.01527	374.40938	0.01664	368.79345	0.01448	316.85132	0.01542	374.97768
27	0.01776	396.28265	0.01538	374.73388	0.01677	369.20921	0.01455	317.02348	0.01547	375.10292
28	0.01797	396.92992	0.01549	374.98627	0.01690	369.53260	0.01462	317.15746	0.01552	375.20030
29	0.01817	397.39233	0.01560	375.16655	0.01702	369.76362	0.01469	317.25325	0.01557	375.26982
30	0.01838	397.66991	0.01571	375.27473	0.01715	369.90225	0.01475	317.31086	0.01562	375.31149
31	0.01859	397.76264	0.01582	375.31081	0.01727	369.94851	0.01482	317.33029	0.01568	375.32530

Tabla 141

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-4-11		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-12		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-13		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-14		CÓDIGO DE PROB. II-2-4-15		PROMEDIO TABULACIÓN	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		PTO. A	PTO. B
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	M(X)	M(Y)
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00129	34.73161	0.00139	39.35117	0.00158	38.61594	0.00142	31.03218	0.00150	35.75671	0.00142	34.40864
3	0.00257	69.46322	0.00278	78.70234	0.00315	77.23189	0.00284	62.06436	0.00301	71.51342	0.00284	68.81728
4	0.00386	104.19483	0.00417	118.05352	0.00473	115.84783	0.00426	93.09655	0.00451	107.27013	0.00426	103.22592
5	0.00515	138.92643	0.00556	157.40469	0.00631	154.46377	0.00568	124.12873	0.00602	143.02684	0.00568	137.63456
6	0.00643	173.65804	0.00695	196.75586	0.00788	193.07971	0.00711	155.16091	0.00752	178.78355	0.00709	172.04320
7	0.00772	208.38965	0.00833	236.10703	0.00946	231.69566	0.00853	186.19309	0.00903	214.54026	0.00851	206.45184
8	0.00900	243.12126	0.00972	275.45821	0.01104	270.31160	0.00995	217.22527	0.01053	250.29696	0.00993	240.86048
9	0.01029	277.85287	0.01111	314.80938	0.01261	308.92754	0.01137	248.25745	0.01204	286.05367	0.01135	275.26912
10	0.01158	312.58448	0.01250	354.16055	0.01419	347.54348	0.01279	279.28964	0.01354	321.81038	0.01277	309.67776
11	0.01286	347.32498	0.01389	393.51284	0.01577	386.15099	0.01421	310.31258	0.01505	357.56152	0.01419	344.09379
12	0.01337	355.28826	0.01415	398.94673	0.01587	387.57158	0.01463	317.02059	0.01519	359.81654	0.01443	347.89608
13	0.01388	362.84821	0.01441	404.10279	0.01598	388.91480	0.01504	323.37794	0.01532	361.95216	0.01467	351.50364
14	0.01438	369.99952	0.01467	408.98018	0.01608	390.18541	0.01546	329.39165	0.01546	363.97234	0.01491	354.91620
15	0.01489	376.74219	0.01494	413.57889	0.01619	391.38340	0.01587	335.06170	0.01560	365.87709	0.01516	358.13376
16	0.01540	383.07622	0.01520	417.89892	0.01629	392.50877	0.01629	340.38811	0.01573	367.66641	0.01540	361.15632
17	0.01590	389.00161	0.01546	421.94028	0.01640	393.56153	0.01671	345.37086	0.01587	369.34030	0.01564	363.98388
18	0.01641	394.51836	0.01572	425.70297	0.01650	394.54167	0.01712	350.00996	0.01600	370.89875	0.01588	366.61644
19	0.01692	399.62647	0.01598	429.18698	0.01661	395.44920	0.01754	354.30542	0.01614	372.34178	0.01612	369.05400
20	0.01742	404.32594	0.01624	432.39232	0.01672	396.28410	0.01795	358.25722	0.01628	373.66936	0.01636	371.29657
21	0.01793	408.61676	0.01650	435.31899	0.01682	397.04640	0.01837	361.86537	0.01641	374.88152	0.01660	373.34413
22	0.01844	412.49895	0.01677	437.96697	0.01693	397.73607	0.01878	365.12987	0.01655	375.97824	0.01685	375.19670
23	0.01894	415.97250	0.01703	440.33629	0.01703	398.35313	0.01920	368.05072	0.01669	376.95953	0.01709	376.85426
24	0.01945	419.03741	0.01729	442.42693	0.01714	398.89758	0.01961	370.62792	0.01682	377.82539	0.01733	378.31683
25	0.01996	421.69367	0.01755	444.23890	0.01724	399.36940	0.02003	372.86147	0.01696	378.57581	0.01757	379.58440
26	0.02046	423.94130	0.01781	445.77219	0.01735	399.76861	0.02045	374.75137	0.01710	379.21080	0.01781	380.65696
27	0.02097	425.78028	0.01807	447.02681	0.01745	400.09521	0.02086	376.29761	0.01723	379.73036	0.01805	381.53453
28	0.02148	427.21063	0.01833	448.00275	0.01756	400.34919	0.02128	377.50021	0.01737	380.13449	0.01829	382.21710
29	0.02198	428.23233	0.01860	448.70002	0.01767	400.53055	0.02169	378.35916	0.01751	380.42318	0.01854	382.70467
30	0.02249	428.84540	0.01886	449.11862	0.01777	400.63929	0.02211	378.87445	0.01764	380.59644	0.01878	382.99724
31	0.02300	429.04982	0.01912	449.25854	0.01788	400.67542	0.02252	379.04610	0.01778	380.65427	0.01902	383.09481

Figura 82

Ajuste, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, método de inmersión.

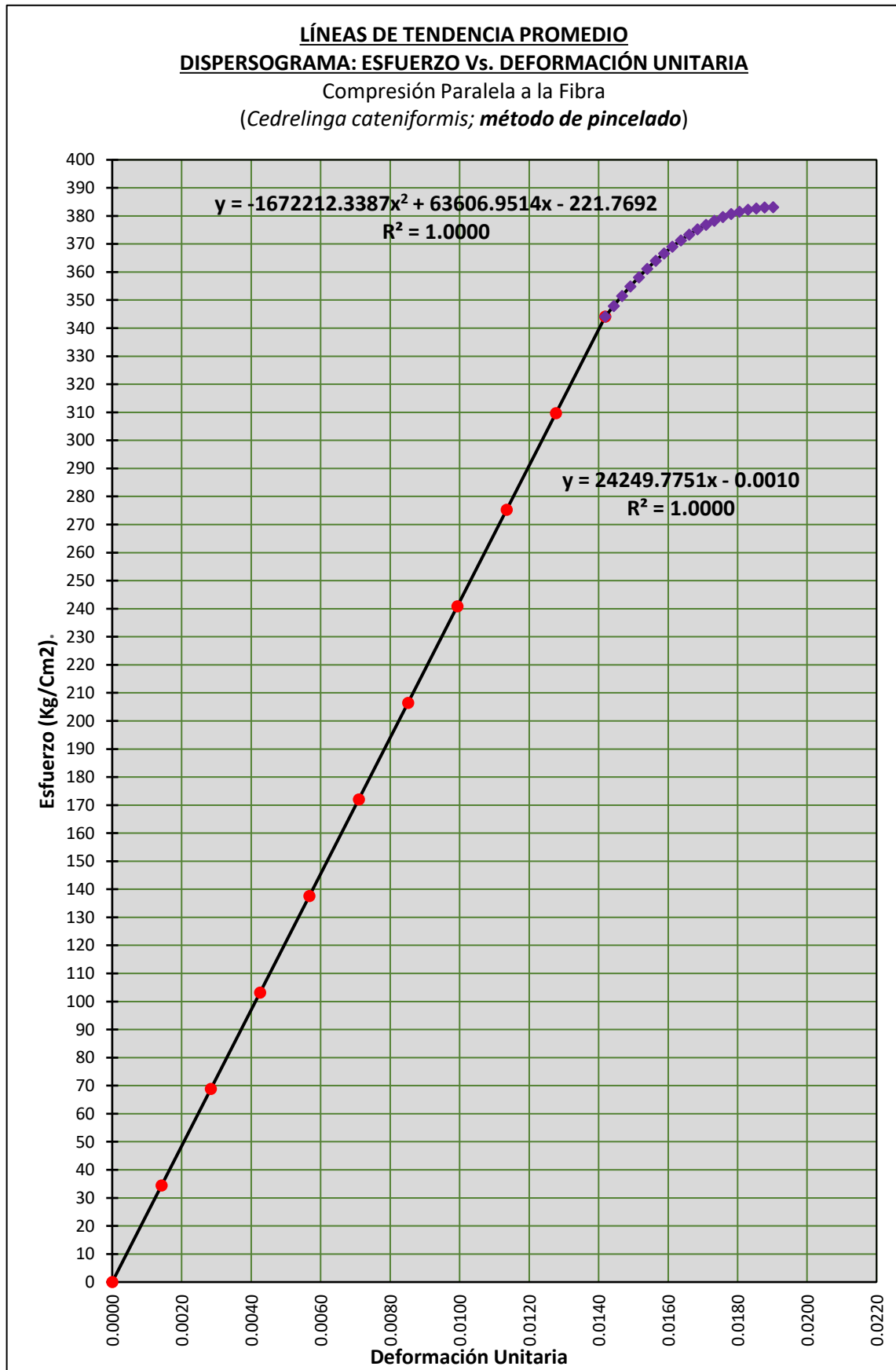


Tabla 142

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, de la madera Cedrelinga cateniformis (método de inmersión).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión paralela a la fibra, para madera Cedrelinga cateniformis a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera Cedrelinga cateniformis; será:

$$Y = 24249.7751x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión paralela a la fibra, para madera Cedrelinga cateniformis; será:

$$Y = -1672212.3387x^2 + 63606.8135x - 221.76658$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.01419, 344.10324)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.01902, 383.09481)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00142	34.40864
0.00284	68.81728
0.00426	103.22592
0.00568	137.63456
0.00709	172.04320
0.00851	206.45184
0.00993	240.86048
0.01135	275.26912
0.01277	309.67776
0.01419	344.09379
0.01443	347.89608
0.01467	351.50364
0.01491	354.91620
0.01516	358.13376
0.01540	361.15632
0.01564	363.98388
0.01588	366.61644
0.01612	369.05400
0.01636	371.29657
0.01660	373.34413
0.01685	375.19670
0.01709	376.85426
0.01733	378.31683
0.01757	379.58440
0.01781	380.65696
0.01805	381.53453
0.01829	382.21710
0.01854	382.70467
0.01878	382.99724
0.01902	383.09481

Figura 83

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “compresión paralela a la fibra”, método de inmersión.

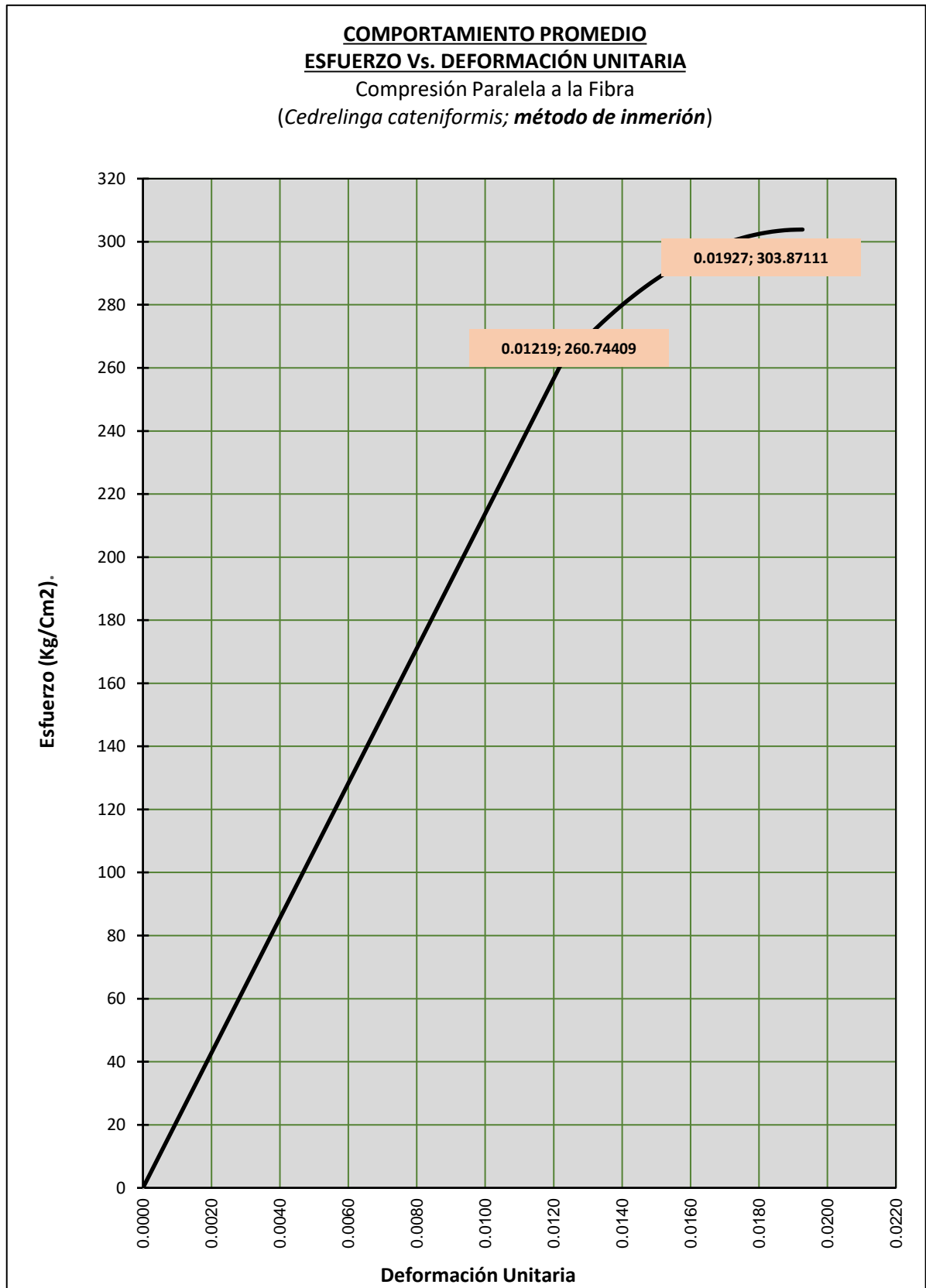
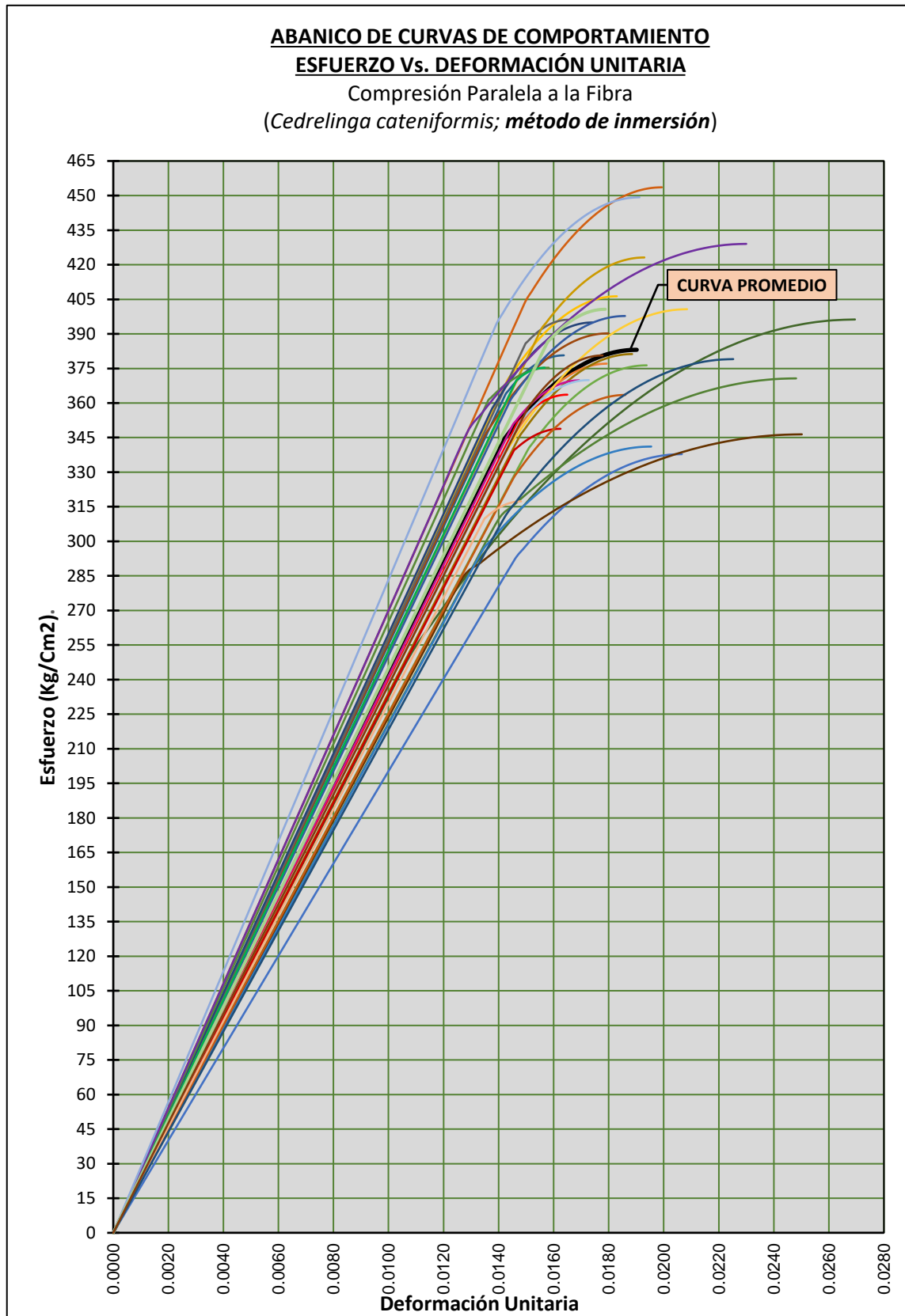


Figura 84

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “compresión paralela a la fibra”, método de inmersión.



b.2. Procesamiento de datos: compresión perpendicular a la fibra

b.2.1. Tratamiento estadístico: compresión perpendicular a la fibra

Tabla 143

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del método de pincelado.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE= $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
1	I-1-5-1	17.05	0.55	0.01786	50.14331	2807.733	31
2	I-1-5-2	18.40	0.56	0.02013	59.88727	2975.617	37
3	I-1-5-3	17.21	0.56	0.02177	58.30825	2678.253	36
4	I-1-5-4	21.45	0.59	0.01394	57.11588	4096.678	36
5	I-1-5-5	19.75	0.51	0.01697	57.17531	3369.398	36
6	I-1-5-6	21.43	0.54	0.01653	38.75577	2344.146	24
7	I-1-5-7	17.46	0.57	0.01637	49.41292	3019.427	31
8	I-1-5-8	17.32	0.51	0.01442	80.95102	5613.023	51
9	I-1-5-9	19.94	0.59	0.01453	53.31061	3670.013	33
10	I-1-5-10	17.18	0.54	0.01723	44.87838	2605.119	28
11	I-1-5-11	21.64	0.63	0.01885	61.71221	3273.336	39
12	I-1-5-12	16.86	0.56	0.01420	46.06076	3244.858	29
13	I-1-5-13	18.85	0.48	0.01653	51.16873	3095.132	32
14	I-1-5-14	25.56	0.53	0.01215	49.34995	4061.390	31
15	I-1-5-15	19.45	0.57	0.01779	57.28825	3220.069	36
16	II-1-5-1	18.28	0.49	0.02175	60.96705	2803.469	38
17	II-1-5-2	19.48	0.56	0.02467	60.22572	2441.451	38
18	II-1-5-3	18.85	0.50	0.02234	72.63539	3250.924	45
19	II-1-5-4	20.15	0.50	0.02600	58.11442	2235.256	36
20	II-1-5-5	19.75	0.49	0.01800	53.93144	2995.858	34
21	II-1-5-6	16.62	0.52	0.01777	53.36916	3002.991	33
22	II-1-5-7	17.64	0.55	0.02251	56.80677	2523.400	36
23	II-1-5-8	20.98	0.54	0.02116	58.63604	2770.818	37
24	II-1-5-9	19.84	0.58	0.01616	58.82073	3639.897	37
25	II-1-5-10	18.98	0.48	0.01876	51.71603	2756.571	32
26	II-1-5-11	17.58	0.51	0.01805	60.16920	3333.289	38
27	II-1-5-12	21.42	0.54	0.01798	55.45919	3084.665	35
28	II-1-5-13	19.46	0.54	0.02341	57.87363	2472.281	36
29	II-1-5-14	19.74	0.52	0.01974	44.03628	2230.928	28
30	II-1-5-15	17.53	0.60	0.02631	71.65522	2723.601	45
	M(X)	19.196	0.540	0.01880	56.33116	3077.986	35.207
	S(D)	1.934	0.038	0.004	8.565	676.990	5.353
	CV%	10.073	6.950	19.163	15.204	21.995	15.204
	Límite de exclusión del 5%			0.01394	44	2235	29

Tabla 144

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del método de inmersión.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2)	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2)
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
						$MOE = \frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	$\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)_x (F.T.)}{(F.S.)_x (F.D.C.)} x \sigma_R$
							F.C.=1; F.T.=1; F.S.=1.60 F.D.C.=1
1	I-2-5-1	14.44	0.58	0.02949	92.30252	3130.06613	58
2	I-2-5-2	12.25	0.59	0.01546	64.80303	4192.47137	41
3	I-2-5-3	11.80	0.56	0.01498	60.18045	4017.65472	38
4	I-2-5-4	14.76	0.55	0.03697	83.37969	2255.15079	52
5	I-2-5-5	14.91	0.55	0.01982	75.32538	3800.28152	47
6	I-2-5-6	14.50	0.50	0.02559	84.50005	3301.81502	53
7	I-2-5-7	12.38	0.55	0.01920	65.26139	3398.67670	41
8	I-2-5-8	15.20	0.52	0.01427	60.33759	4227.98613	38
9	I-2-5-9	14.86	0.62	0.01453	63.17584	4348.55727	39
10	I-2-5-10	14.15	0.56	0.01987	73.56116	3702.58764	46
11	I-2-5-11	14.80	0.51	0.01755	72.72804	4144.52017	45
12	I-2-5-12	13.40	0.52	0.02267	88.36069	3897.17682	55
13	I-2-5-13	12.65	0.56	0.01536	62.57604	4073.43054	39
14	I-2-5-14	12.40	0.54	0.01238	54.05764	4366.88262	34
15	I-2-5-15	11.53	0.55	0.01585	61.77725	3896.88072	39
16	II-2-5-1	12.00	0.54	0.01501	54.64115	3640.14670	34
17	II-2-5-2	15.27	0.55	0.02201	72.33147	3287.04703	45
18	II-2-5-3	15.70	0.61	0.01663	56.81172	3416.42432	36
19	II-2-5-4	15.25	0.56	0.01201	60.48003	5036.22533	38
20	II-2-5-5	12.18	0.55	0.01485	61.08253	4112.19402	38
21	II-2-5-6	11.54	0.62	0.01723	74.99068	4353.59536	47
22	II-2-5-7	15.15	0.49	0.01824	69.14844	3790.20171	43
23	II-2-5-8	12.09	0.60	0.01584	62.87753	3968.53888	39
24	II-2-5-9	11.85	0.51	0.01661	67.81308	4082.17433	42
25	II-2-5-10	11.57	0.50	0.01364	64.55587	4733.87622	40
26	II-2-5-11	13.36	0.62	0.01622	79.06174	4875.53897	49
27	II-2-5-12	12.31	0.64	0.01779	63.80045	3586.30972	40
28	II-2-5-13	14.03	0.63	0.01453	63.17584	4348.55727	39
29	II-2-5-14	12.21	0.56	0.01875	57.20015	3051.32562	36
30	II-2-5-15	17.23	0.58	0.02270	73.35498	3231.49692	46
	M(X)	13.526	0.561	0.01820	68.12175	3875.593	42.576
	S(D)	1.565	0.041	0.005	9.944	588.309	6.215
	CV%	11.573	7.375	28.861	14.597	15.180	14.597
	Límite de exclusión del 5%			0.01238	55	3051	36

b.2.2. Construcción de curvas: compresión perpendicular a la fibra

Tabla 145

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	I-1-5-1		I-1-5-2		I-1-5-3		I-1-5-4		I-1-5-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00179	5.01410	0.00201	5.98863	0.00218	5.83096	0.00139	5.71149	0.00170	5.71764
3	0.00357	10.02821	0.00403	11.97726	0.00435	11.66191	0.00279	11.42298	0.00339	11.43528
4	0.00536	15.04231	0.00604	17.96588	0.00653	17.49287	0.00418	17.13447	0.00509	17.15292
5	0.00714	20.05642	0.00805	23.95451	0.00871	23.32383	0.00558	22.84596	0.00679	22.87055
6	0.00893	25.07052	0.01006	29.94314	0.01089	29.15478	0.00697	28.55745	0.00848	28.58819
7	0.01072	30.08463	0.01208	35.93177	0.01306	34.98574	0.00837	34.26894	0.01018	34.30583
8	0.01250	35.09873	0.01409	41.92039	0.01524	40.81669	0.00976	39.98043	0.01188	40.02347
9	0.01429	40.11284	0.01610	47.90902	0.01742	46.64765	0.01115	45.69192	0.01358	45.74111
10	0.01607	45.12694	0.01811	53.89765	0.01959	52.47861	0.01255	51.40341	0.01527	51.45875
11	0.01786	50.14331	0.02013	59.88727	0.02177	58.30825	0.01394	57.11588	0.01697	57.17531
12	0.02011	52.46460	0.02191	61.88773	0.02435	61.27989	0.01621	61.10203	0.02112	61.38129
13	0.02237	54.58800	0.02370	63.74051	0.02692	63.95539	0.01847	64.63916	0.02528	65.10703
14	0.02462	56.52776	0.02548	65.45566	0.02949	66.36195	0.02073	67.76645	0.02943	68.39358
15	0.02688	58.29898	0.02727	67.04357	0.03207	68.52621	0.02300	70.52354	0.03359	71.28161
16	0.02913	59.91678	0.02906	68.51469	0.03464	70.47478	0.02526	72.95007	0.03774	73.81184
17	0.03139	61.39628	0.03084	69.87943	0.03722	72.23427	0.02752	75.08568	0.04189	76.02494
18	0.03364	62.75259	0.03263	71.14821	0.03979	73.83130	0.02979	76.97000	0.04605	77.96162
19	0.03590	64.00082	0.03441	72.33146	0.04237	75.29250	0.03205	78.64267	0.05020	79.66256
20	0.03815	65.15608	0.03620	73.43958	0.04494	76.64447	0.03431	80.14332	0.05436	81.16847
21	0.04041	66.23349	0.03799	74.48302	0.04751	77.91384	0.03658	81.51160	0.05851	82.52003
22	0.04266	67.24816	0.03977	75.47219	0.05009	79.12722	0.03884	82.78714	0.06266	83.75794
23	0.04491	68.21520	0.04156	76.41750	0.05266	80.31124	0.04110	84.00958	0.06682	84.92289
24	0.04717	69.14973	0.04334	77.32939	0.05524	81.49250	0.04337	85.21855	0.07097	86.05558
25	0.04942	70.06686	0.04513	78.21827	0.05781	82.69764	0.04563	86.45370	0.07513	87.19670
26	0.05168	70.98170	0.04692	79.09456	0.06039	83.95325	0.04789	87.75465	0.07928	88.38694
27	0.05393	71.90937	0.04870	79.96869	0.06296	85.28597	0.05016	89.16105	0.08344	89.66699
28	0.05619	72.86497	0.05049	80.85108	0.06553	86.72241	0.05242	90.71253	0.08759	91.07756
29	0.05844	73.86363	0.05227	81.75215	0.06811	88.28919	0.05468	92.44874	0.09174	92.65933
30	0.06070	74.92045	0.05406	82.68232	0.07068	90.01292	0.05695	94.40930	0.09590	94.45300
31	0.06295	76.05055	0.05585	83.65201	0.07326	91.92022	0.05921	96.63386	0.10005	96.49926

Tabla 146

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado.

Nº	CÓDIGO DE PROB. I-1-5-6		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-7		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-8		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-9		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00165	3.87553	0.00164	4.94139	0.00177	8.51110	0.00145	5.33121	0.00172	4.48790
3	0.00331	7.75106	0.00327	9.88278	0.00354	17.02220	0.00291	10.66243	0.00345	8.97580
4	0.00496	11.62659	0.00491	14.82417	0.00532	25.53330	0.00436	15.99364	0.00517	13.46369
5	0.00661	15.50211	0.00655	19.76556	0.00709	34.04440	0.00581	21.32485	0.00689	17.95159
6	0.00827	19.37764	0.00818	24.70695	0.00886	42.55551	0.00726	26.65606	0.00861	22.43949
7	0.00992	23.25317	0.00982	29.64834	0.01063	51.06661	0.00872	31.98728	0.01034	26.92739
8	0.01157	27.12870	0.01146	34.58973	0.01240	59.57771	0.01017	37.31849	0.01206	31.41528
9	0.01323	31.00423	0.01309	39.53112	0.01418	68.08881	0.01162	42.64970	0.01378	35.90318
10	0.01488	34.87976	0.01473	44.47251	0.01595	76.59991	0.01307	47.98092	0.01550	40.39108
11	0.01653	38.75577	0.01637	49.41292	0.01772	85.11605	0.01453	53.31061	0.01723	44.87838
12	0.01797	42.76995	0.01901	52.67883	0.01960	87.07562	0.01650	56.41052	0.01879	49.51064
13	0.01941	46.40971	0.02165	55.58775	0.02148	88.54480	0.01847	59.15613	0.02036	53.61589
14	0.02084	49.69727	0.02429	58.17082	0.02335	89.93347	0.02044	61.57781	0.02193	57.23422
15	0.02228	52.65544	0.02693	60.45873	0.02523	91.24736	0.02242	63.70521	0.02349	60.40502
16	0.02372	55.30705	0.02958	62.48219	0.02711	92.49222	0.02439	65.56802	0.02506	63.16769
17	0.02516	57.67492	0.03222	64.27190	0.02899	93.67378	0.02636	67.19588	0.02663	65.56161
18	0.02659	59.78186	0.03486	65.85856	0.03086	94.79780	0.02834	68.61848	0.02819	67.62616
19	0.02803	61.65070	0.03750	67.27288	0.03274	95.87001	0.03031	69.86548	0.02976	69.40074
20	0.02947	63.30426	0.04015	68.54556	0.03462	96.89615	0.03228	70.96653	0.03133	70.92474
21	0.03090	64.76536	0.04279	69.70731	0.03650	97.88197	0.03426	71.95132	0.03289	72.23753
22	0.03234	66.05681	0.04543	70.78882	0.03837	98.83320	0.03623	72.84951	0.03446	73.37852
23	0.03378	67.20145	0.04807	71.82080	0.04025	99.75559	0.03820	73.69077	0.03603	74.38709
24	0.03522	68.22208	0.05072	72.83396	0.04213	100.65487	0.04017	74.50475	0.03759	75.30262
25	0.03665	69.14153	0.05336	73.85899	0.04401	101.53680	0.04215	75.32114	0.03916	76.16451
26	0.03809	69.98261	0.05600	74.92660	0.04588	102.40710	0.04412	76.16959	0.04073	77.01214
27	0.03953	70.76816	0.05864	76.06750	0.04776	103.27153	0.04609	77.07977	0.04230	77.88490
28	0.04097	71.52098	0.06129	77.31238	0.04964	104.13582	0.04807	78.08135	0.04386	78.82218
29	0.04240	72.26391	0.06393	78.69195	0.05152	105.00571	0.05004	79.20401	0.04543	79.86337
30	0.04384	73.01975	0.06657	80.23692	0.05339	105.88695	0.05201	80.47739	0.04700	81.04785
31	0.04528	73.81134	0.06921	81.97798	0.05527	106.78527	0.05399	81.93117	0.04856	82.41502

Tabla 147

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-5-11		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-12		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-13		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-14		CÓDIGO DE PROB. I-1-5-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00189	6.17129	0.00142	4.60615	0.00165	5.11679	0.00122	4.93520	0.00178	5.72889
3	0.00377	12.34258	0.00284	9.21231	0.00331	10.23358	0.00243	9.87039	0.00356	11.45779
4	0.00566	18.51387	0.00426	13.81846	0.00496	15.35037	0.00365	14.80559	0.00534	17.18668
5	0.00754	24.68516	0.00568	18.42461	0.00661	20.46717	0.00486	19.74078	0.00712	22.91558
6	0.00943	30.85644	0.00710	23.03077	0.00827	25.58396	0.00608	24.67598	0.00890	28.64447
7	0.01131	37.02773	0.00852	27.63692	0.00992	30.70075	0.00729	29.61118	0.01067	34.37337
8	0.01320	43.19902	0.00994	32.24307	0.01157	35.81754	0.00851	34.54637	0.01245	40.10226
9	0.01508	49.37031	0.01136	36.84922	0.01323	40.93433	0.00972	39.48157	0.01423	45.83115
10	0.01697	55.54160	0.01278	41.45538	0.01488	46.05112	0.01094	44.41677	0.01601	51.56005
11	0.01885	61.71221	0.01420	46.06076	0.01653	51.16873	0.01215	49.34995	0.01779	57.28825
12	0.02023	63.44137	0.01685	49.61204	0.01804	52.81858	0.01327	54.04477	0.02006	60.50914
13	0.02160	65.05026	0.01950	52.77055	0.01954	54.34577	0.01439	58.20456	0.02232	63.40188
14	0.02297	66.54696	0.02215	55.56958	0.02105	55.75902	0.01551	61.87008	0.02459	65.99241
15	0.02435	67.93927	0.02480	58.04208	0.02256	57.06736	0.01663	65.07994	0.02685	68.30638
16	0.02572	69.23499	0.02745	60.22102	0.02406	58.27981	0.01775	67.87271	0.02912	70.36942
17	0.02710	70.44192	0.03011	62.13936	0.02557	59.40538	0.01887	70.28697	0.03138	72.20715
18	0.02847	71.56786	0.03276	63.83004	0.02708	60.45310	0.01999	72.36132	0.03365	73.84521
19	0.02984	72.62060	0.03541	65.32603	0.02858	61.43199	0.02111	74.13434	0.03591	75.30923
20	0.03122	73.60796	0.03806	66.66029	0.03009	62.35107	0.02223	75.64462	0.03818	76.62484
21	0.03259	74.53773	0.04071	67.86577	0.03160	63.21936	0.02335	76.93074	0.04044	77.81768
22	0.03397	75.41771	0.04337	68.97542	0.03310	64.04588	0.02447	78.03128	0.04271	78.91337
23	0.03534	76.25570	0.04602	70.02222	0.03461	64.83965	0.02559	78.98484	0.04498	79.93755
24	0.03671	77.05950	0.04867	71.03910	0.03612	65.60969	0.02671	79.82999	0.04724	80.91585
25	0.03809	77.83692	0.05132	72.05904	0.03762	66.36502	0.02783	80.60533	0.04951	81.87390
26	0.03946	78.59575	0.05397	73.11499	0.03913	67.11467	0.02895	81.34943	0.05177	82.83733
27	0.04083	79.34379	0.05662	74.23990	0.04063	67.86765	0.03007	82.10089	0.05404	83.83178
28	0.04221	80.08885	0.05928	75.46673	0.04214	68.63299	0.03119	82.89828	0.05630	84.88287
29	0.04358	80.83872	0.06193	76.82845	0.04365	69.41970	0.03231	83.78020	0.05857	86.01625
30	0.04496	81.60121	0.06458	78.35800	0.04515	70.23681	0.03343	84.78523	0.06083	87.25753
31	0.04633	82.38411	0.06723	80.08835	0.04666	71.09334	0.03455	85.95195	0.06310	88.63235

Tabla 148

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado.

Nº	CÓDIGO DE PROB. II-1-5-1		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-2		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-3		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-4		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00217	6.09677	0.00247	6.02262	0.00223	7.26364	0.00260	5.81153	0.00180	5.39308
3	0.00435	12.19355	0.00493	12.04523	0.00447	14.52728	0.00520	11.62306	0.00360	10.78616
4	0.00652	18.29032	0.00740	18.06785	0.00670	21.79092	0.00780	17.43458	0.00540	16.17924
5	0.00870	24.38709	0.00987	24.09046	0.00894	29.05456	0.01040	23.24611	0.00720	21.57232
6	0.01087	30.48387	0.01233	30.11308	0.01117	36.31820	0.01300	29.05764	0.00900	26.96540
7	0.01305	36.58064	0.01480	36.13570	0.01341	43.58184	0.01560	34.86917	0.01080	32.35848
8	0.01522	42.67741	0.01727	42.15831	0.01564	50.84548	0.01820	40.68070	0.01260	37.75156
9	0.01740	48.77419	0.01973	48.18093	0.01787	58.10912	0.02080	46.49222	0.01440	43.14464
10	0.01957	54.87096	0.02220	54.20355	0.02011	65.37276	0.02340	52.30375	0.01620	48.53772
11	0.02175	60.96705	0.02467	60.22572	0.02234	72.63539	0.02600	58.11442	0.01800	53.93144
12	0.02340	62.30699	0.02636	61.58760	0.02397	74.28909	0.02760	59.18834	0.01919	55.18807
13	0.02506	63.58269	0.02805	62.87966	0.02559	75.81772	0.02920	60.22004	0.02038	56.35645
14	0.02672	64.79778	0.02974	64.10628	0.02722	77.23166	0.03080	61.21163	0.02158	57.44210
15	0.02837	65.95567	0.03143	65.27163	0.02884	78.54092	0.03240	62.16494	0.02277	58.45079
16	0.03003	67.05978	0.03311	66.37991	0.03047	79.75554	0.03400	63.08183	0.02396	59.38828
17	0.03169	68.11353	0.03480	67.43533	0.03209	80.88554	0.03560	63.96415	0.02515	60.26034
18	0.03334	69.12035	0.03649	68.44208	0.03371	81.94096	0.03720	64.81373	0.02634	61.07273
19	0.03500	70.08365	0.03818	69.40436	0.03534	82.93183	0.03880	65.63242	0.02753	61.83122
20	0.03666	71.00685	0.03987	70.32636	0.03696	83.86817	0.04040	66.42207	0.02872	62.54157
21	0.03831	71.89336	0.04156	71.21229	0.03859	84.76001	0.04200	67.18453	0.02991	63.20955
22	0.03997	72.74661	0.04325	72.06633	0.04021	85.61739	0.04359	67.92163	0.03110	63.84091
23	0.04163	73.57002	0.04494	72.89269	0.04184	86.45032	0.04519	68.63522	0.03230	64.44143
24	0.04328	74.36700	0.04663	73.69556	0.04346	87.26885	0.04679	69.32715	0.03349	65.01686
25	0.04494	75.14098	0.04832	74.47915	0.04509	88.08300	0.04839	69.99927	0.03468	65.57298
26	0.04660	75.89537	0.05001	75.24764	0.04671	88.90281	0.04999	70.65341	0.03587	66.11554
27	0.04825	76.63359	0.05170	76.00523	0.04834	89.73829	0.05159	71.29143	0.03706	66.65032
28	0.04991	77.35907	0.05339	76.75613	0.04996	90.59948	0.05319	71.91516	0.03825	67.18306
29	0.05157	78.07521	0.05508	77.50452	0.05159	91.49640	0.05479	72.52646	0.03944	67.71955
30	0.05322	78.78544	0.05677	78.25461	0.05321	92.43910	0.05639	73.12717	0.04063	68.26554
31	0.05488	79.49318	0.05845	79.01060	0.05483	93.43759	0.05799	73.71914	0.04183	68.82680

Tabla 149

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-5-6		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-7		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-8		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-9		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00178	5.33688	0.00225	5.68074	0.00212	5.86354	0.00162	5.87998	0.00188	5.17154
3	0.00355	10.67377	0.00450	11.36148	0.00423	11.72709	0.00323	11.75995	0.00375	10.34308
4	0.00533	16.01065	0.00675	17.04222	0.00635	17.59063	0.00485	17.63993	0.00563	15.51462
5	0.00711	21.34754	0.00900	22.72296	0.00846	23.45418	0.00646	23.51991	0.00750	20.68616
6	0.00889	26.68442	0.01126	28.40370	0.01058	29.31772	0.00808	29.39989	0.00938	25.85770
7	0.01066	32.02131	0.01351	34.08444	0.01270	35.18126	0.00970	35.27986	0.01126	31.02924
8	0.01244	37.35819	0.01576	39.76518	0.01481	41.04481	0.01131	41.15984	0.01313	36.20078
9	0.01422	42.69508	0.01801	45.44592	0.01693	46.90835	0.01293	47.03982	0.01501	41.37232
10	0.01599	48.03196	0.02026	51.12666	0.01905	52.77190	0.01454	52.91979	0.01688	46.54386
11	0.01777	53.36916	0.02251	56.80677	0.02116	58.63604	0.01616	58.82073	0.01876	51.71603
12	0.01933	55.12614	0.02359	57.74195	0.02250	59.93969	0.01908	63.92523	0.02072	53.35093
13	0.02089	56.74676	0.02467	58.64277	0.02385	61.16469	0.02200	68.44847	0.02268	54.85973
14	0.02246	58.24049	0.02574	59.51050	0.02519	62.31623	0.02492	72.43320	0.02464	56.25090
15	0.02402	59.61691	0.02682	60.34618	0.02653	63.39970	0.02785	75.93287	0.02659	57.53312
16	0.02558	60.88562	0.02790	61.15083	0.02788	64.42051	0.03077	79.00092	0.02855	58.71506
17	0.02714	62.05620	0.02898	61.92551	0.02922	65.38405	0.03369	81.69081	0.03051	59.80537
18	0.02870	63.13823	0.03005	62.67125	0.03056	66.29573	0.03661	84.05597	0.03247	60.81274
19	0.03026	64.14132	0.03113	63.38908	0.03190	67.16093	0.03953	86.14985	0.03443	61.74583
20	0.03183	65.07505	0.03221	64.08004	0.03325	67.98507	0.04245	88.02591	0.03638	62.61331
21	0.03339	65.94900	0.03328	64.74517	0.03459	68.77354	0.04537	89.73758	0.03834	63.42385
22	0.03495	66.77276	0.03436	65.38550	0.03593	69.53174	0.04829	91.33832	0.04030	64.18612
23	0.03651	67.55593	0.03544	66.00208	0.03728	70.26507	0.05122	92.88157	0.04226	64.90878
24	0.03807	68.30809	0.03652	66.59593	0.03862	70.97892	0.05414	94.42078	0.04422	65.60051
25	0.03963	69.03883	0.03759	67.16810	0.03996	71.67870	0.05706	96.00939	0.04618	66.26997
26	0.04119	69.75774	0.03867	67.71962	0.04130	72.36981	0.05998	97.70086	0.04813	66.92584
27	0.04276	70.47441	0.03975	68.25154	0.04265	73.05765	0.06290	99.54862	0.05009	67.57678
28	0.04432	71.19842	0.04083	68.76488	0.04399	73.74761	0.06582	101.60613	0.05205	68.23147
29	0.04588	71.93936	0.04190	69.26069	0.04533	74.44509	0.06874	103.92684	0.05401	68.89857
30	0.04744	72.70683	0.04298	69.74000	0.04668	75.15549	0.07166	106.56418	0.05597	69.58674
31	0.04900	73.51041	0.04406	70.20384	0.04802	75.88422	0.07459	109.57161	0.05792	70.30467

Tabla 150

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-5-11		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-12		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-13		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-14		CÓDIGO DE PROB. II-1-5-15		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00181	6.01696	0.00180	5.54573	0.00234	5.78740	0.00197	4.40344	0.00263	7.16542	0.00189	5.64692
3	0.00361	12.03392	0.00360	11.09145	0.00468	11.57479	0.00395	8.80689	0.00526	14.33085	0.00378	11.29384
4	0.00542	18.05088	0.00539	16.63718	0.00702	17.36219	0.00592	13.21033	0.00789	21.49627	0.00567	16.94075
5	0.00722	24.06783	0.00719	22.18290	0.00936	23.14958	0.00790	17.61378	0.01052	28.66169	0.00756	22.58767
6	0.00903	30.08479	0.00899	27.72863	0.01170	28.93698	0.00987	22.01722	0.01315	35.82712	0.00945	28.23459
7	0.01083	36.10175	0.01079	33.27436	0.01405	34.72437	0.01184	26.42067	0.01579	42.99254	0.01134	33.88151
8	0.01264	42.11871	0.01259	38.82008	0.01639	40.51177	0.01382	30.82411	0.01842	50.15797	0.01323	39.52843
9	0.01444	48.13567	0.01438	44.36581	0.01873	46.29916	0.01579	35.22755	0.02105	57.32339	0.01512	45.17534
10	0.01625	54.15263	0.01618	49.91153	0.02107	52.08656	0.01777	39.63100	0.02368	64.48881	0.01702	50.82226
11	0.01805	60.16920	0.01798	55.45919	0.02341	57.87363	0.01974	44.03628	0.02631	71.65522	0.01891	56.47000
12	0.01968	62.03535	0.01997	57.93608	0.02679	61.12507	0.02139	45.45370	0.02747	72.62345	0.02084	58.96016
13	0.02131	63.74571	0.02196	60.15381	0.03017	64.06913	0.02304	46.77211	0.02863	73.56070	0.02276	61.20459
14	0.02294	65.31218	0.02396	62.13217	0.03354	66.73156	0.02469	47.99762	0.02980	74.46773	0.02469	63.23463
15	0.02457	66.74651	0.02595	63.89182	0.03692	69.13799	0.02634	49.13711	0.03096	75.34561	0.02662	65.06842
16	0.02620	68.06048	0.02794	65.45337	0.04030	71.31406	0.02798	50.19742	0.03212	76.19544	0.02855	66.72408
17	0.02783	69.26584	0.02994	66.83747	0.04368	73.28539	0.02963	51.18543	0.03329	77.01826	0.03048	68.21976
18	0.02946	70.37435	0.03193	68.06475	0.04706	75.07761	0.03128	52.10800	0.03445	77.81518	0.03241	69.57359
19	0.03109	71.39777	0.03392	69.15583	0.05043	76.71635	0.03293	52.97198	0.03561	78.58724	0.03434	70.80372
20	0.03272	72.34786	0.03592	70.13135	0.05381	78.22724	0.03458	53.78424	0.03677	79.33554	0.03627	71.92829
21	0.03435	73.23639	0.03791	71.01194	0.05719	79.63592	0.03623	54.55164	0.03794	80.06115	0.03820	72.96542
22	0.03598	74.07511	0.03990	71.81824	0.06057	80.96800	0.03788	55.28104	0.03910	80.76514	0.04013	73.93327
23	0.03761	74.87578	0.04189	72.57087	0.06395	82.24912	0.03953	55.97930	0.04026	81.44859	0.04206	74.84996
24	0.03924	75.65017	0.04389	73.29047	0.06733	83.50491	0.04118	56.65329	0.04142	82.11256	0.04399	75.73364
25	0.04087	76.41003	0.04588	73.99767	0.07070	84.76101	0.04283	57.30987	0.04259	82.75815	0.04592	76.60245
26	0.04250	77.16713	0.04787	74.71311	0.07408	86.04302	0.04448	57.95589	0.04375	83.38641	0.04785	77.47452
27	0.04412	77.93322	0.04987	75.45741	0.07746	87.37660	0.04613	58.59823	0.04491	83.99844	0.04978	78.36799
28	0.04575	78.72007	0.05186	76.25121	0.08084	88.78736	0.04777	59.24373	0.04608	84.59529	0.05171	79.30100
29	0.04738	79.53944	0.05385	77.11514	0.08422	90.30095	0.04942	59.89927	0.04724	85.17805	0.05363	80.29169
30	0.04901	80.40308	0.05584	78.06983	0.08759	91.94297	0.05107	60.57170	0.04840	85.74779	0.05556	81.35820
31	0.05064	81.32276	0.05784	79.13591	0.09097	93.73907	0.05272	61.26789	0.04956	86.30558	0.05749	82.51867

Figura 85

Ajuste, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*”, método de pincelado.

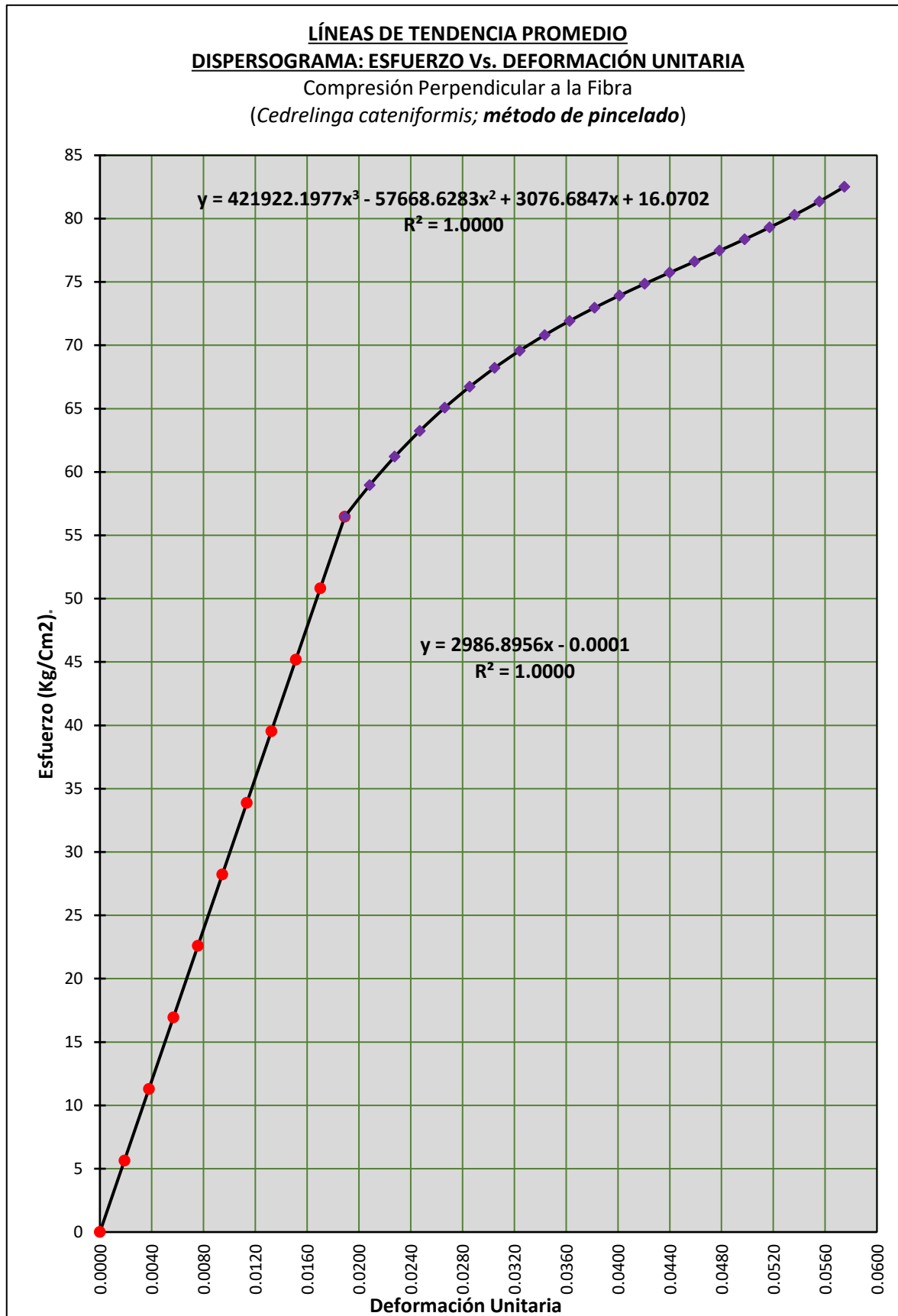


Tabla 151

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “**compresión perpendicular a la fibra**”, de la madera *Cedrelinga cateniformis* (método de pincelado).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 2986.8956x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 421922.1977x^3 - 57668.586x^2 + 3076.6808x + 16.0703$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.01891, 56.47000)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00189	5.64692
0.00378	11.29384
0.00567	16.94075
0.00756	22.58767
0.00945	28.23459
0.01134	33.88151
0.01323	39.52843
0.01512	45.17534
0.01702	50.82226
0.01891	56.47000
0.02084	58.96016
0.02276	61.20459
0.02469	63.23463
0.02662	65.06842
0.02855	66.72408
0.03048	68.21976
0.03241	69.57359
0.03434	70.80372
0.03627	71.92829
0.03820	72.96542
0.04013	73.93327
0.04206	74.84996
0.04399	75.73364
0.04592	76.60245
0.04785	77.47452
0.04978	78.36799
0.05171	79.30100
0.05363	80.29169
0.05556	81.35820
0.05749	82.51867

Figura 86

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*”, método de pincelado.

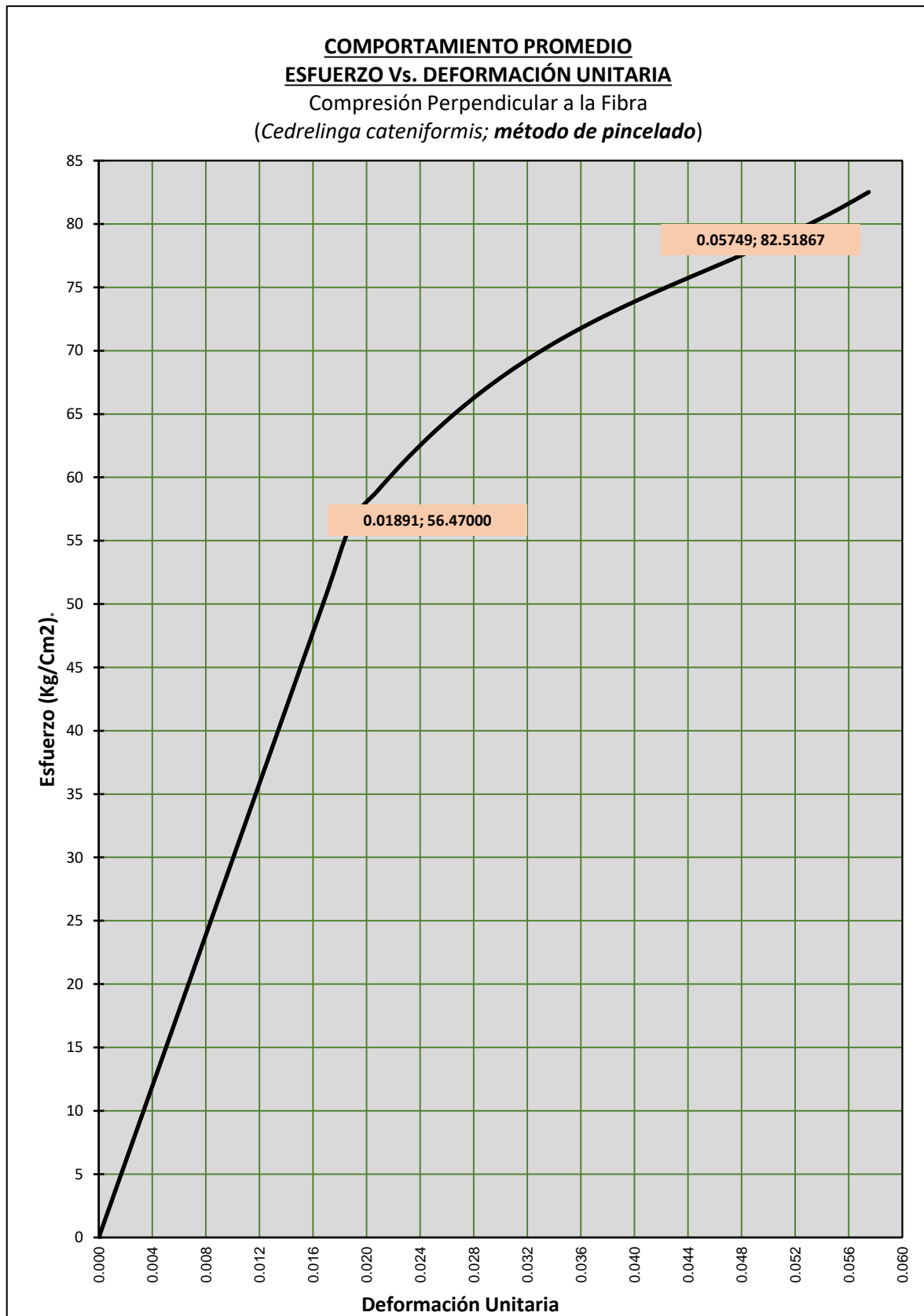


Figura 87

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “compresión perpendicular a la fibra”, método de pincelado.

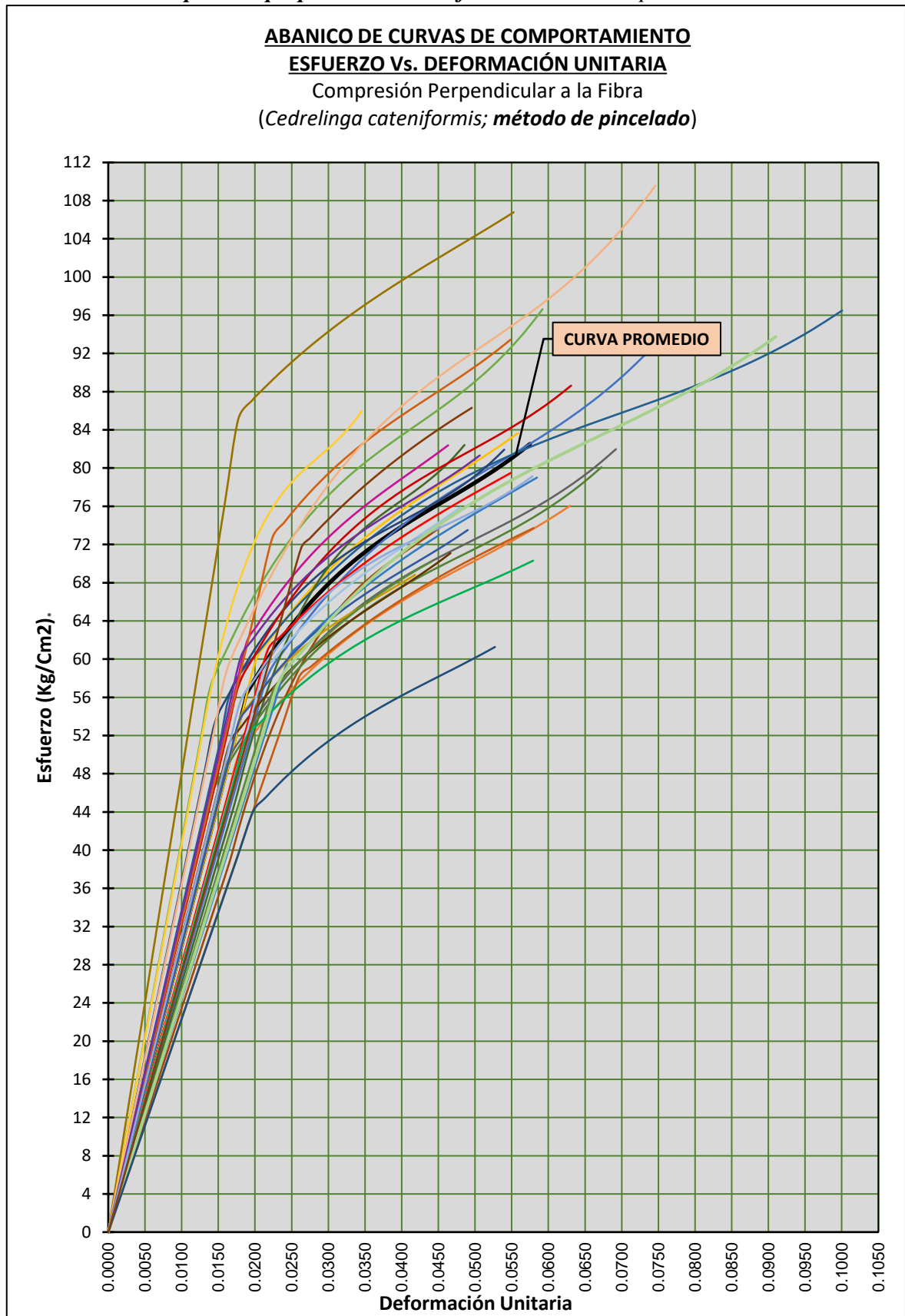


Tabla 152

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-5-1		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-2		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-3		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-4		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00295	9.23026	0.00155	6.47996	0.00150	6.13316	0.00370	8.33803	0.00198	7.53261
3	0.00590	18.46053	0.00309	12.95993	0.00300	12.26631	0.00739	16.67606	0.00396	15.06521
4	0.00885	27.69079	0.00464	19.43989	0.00449	18.39947	0.01109	25.01408	0.00595	22.59782
5	0.01180	36.92105	0.00618	25.91986	0.00599	24.53263	0.01479	33.35211	0.00793	30.13043
6	0.01474	46.15132	0.00773	32.39982	0.00749	30.66578	0.01849	41.69014	0.00991	37.66303
7	0.01769	55.38158	0.00927	38.87978	0.00899	36.79894	0.02218	50.02817	0.01189	45.19564
8	0.02064	64.61184	0.01082	45.35975	0.01049	42.93210	0.02588	58.36619	0.01387	52.72825
9	0.02359	73.84211	0.01237	51.83971	0.01198	49.06525	0.02958	66.70422	0.01586	60.26085
10	0.02654	83.07237	0.01391	58.31968	0.01348	55.19841	0.03328	75.04225	0.01784	67.79346
11	0.02949	92.30252	0.01546	64.80303	0.01498	60.18045	0.03697	83.37969	0.01982	75.32538
12	0.03074	93.46938	0.01639	69.05644	0.01588	66.90602	0.03862	84.15072	0.02174	77.68092
13	0.03200	94.59166	0.01732	73.10131	0.01678	71.65876	0.04028	84.92389	0.02365	79.83163
14	0.03325	95.67116	0.01825	76.93622	0.01768	76.09978	0.04193	85.70685	0.02556	81.79320
15	0.03450	96.70969	0.01918	80.56357	0.01858	80.23914	0.04358	86.50714	0.02748	83.58109
16	0.03576	97.70902	0.02011	83.98576	0.01948	84.08694	0.04523	87.33230	0.02939	85.21077
17	0.03701	98.67095	0.02104	87.20519	0.02038	87.65322	0.04688	88.18986	0.03131	86.69770
18	0.03826	99.59726	0.02197	90.22424	0.02129	90.94808	0.04853	89.08736	0.03322	88.05734
19	0.03952	100.48975	0.02290	93.04532	0.02219	93.98157	0.05018	90.03234	0.03514	89.30516
20	0.04077	101.35021	0.02383	95.67082	0.02309	96.76379	0.05184	91.03233	0.03705	90.45662
21	0.04202	102.18043	0.02476	98.10313	0.02399	99.30478	0.05349	92.09487	0.03896	91.52719
22	0.04328	102.98219	0.02569	100.34465	0.02489	101.61464	0.05514	93.22749	0.04088	92.53232
23	0.04453	103.75729	0.02662	102.39777	0.02579	103.70343	0.05679	94.43774	0.04279	93.48749
24	0.04578	104.50751	0.02755	104.26490	0.02669	105.58122	0.05844	95.73314	0.04471	94.40815
25	0.04703	105.23465	0.02848	105.94841	0.02759	107.25810	0.06009	97.12124	0.04662	95.30977
26	0.04829	105.94049	0.02941	107.45072	0.02849	108.74412	0.06174	98.60957	0.04854	96.20782
27	0.04954	106.62683	0.03034	108.77422	0.02939	110.04936	0.06340	100.20567	0.05045	97.11775
28	0.05079	107.29545	0.03128	109.92129	0.03029	111.18390	0.06505	101.91707	0.05236	98.05503
29	0.05205	107.94815	0.03221	110.89434	0.03120	112.15781	0.06670	103.75132	0.05428	99.03512
30	0.05330	108.58671	0.03314	111.69576	0.03210	112.98116	0.06835	105.71593	0.05619	100.07349
31	0.05455	109.21292	0.03407	112.32795	0.03300	113.66403	0.07000	107.81847	0.05811	101.18560

Tabla 153

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-5-6		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-7		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-8		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-9		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00256	8.44999	0.00192	6.52626	0.00143	6.03393	0.00145	6.31745	0.00199	7.35610
3	0.00512	16.89997	0.00384	13.05251	0.00285	12.06787	0.00291	12.63490	0.00397	14.71220
4	0.00768	25.34996	0.00576	19.57877	0.00428	18.10180	0.00436	18.95235	0.00596	22.06830
5	0.01024	33.79995	0.00768	26.10502	0.00571	24.13573	0.00581	25.26980	0.00795	29.42440
6	0.01280	42.24993	0.00960	32.63128	0.00714	30.16967	0.00726	31.58725	0.00993	36.78050
7	0.01536	50.69992	0.01152	39.15753	0.00856	36.20360	0.00872	37.90471	0.01192	44.13660
8	0.01791	59.14990	0.01344	45.68379	0.00999	42.23754	0.01017	44.22216	0.01391	51.49269
9	0.02047	67.59989	0.01536	52.21004	0.01142	48.27147	0.01162	50.53961	0.01589	58.84879
10	0.02303	76.04988	0.01728	58.73630	0.01284	54.30540	0.01308	56.85706	0.01788	66.20489
11	0.02559	84.50005	0.01920	65.26139	0.01427	60.33759	0.01453	63.17584	0.01987	73.56116
12	0.02757	86.80595	0.02045	70.48786	0.01555	66.29043	0.01543	67.52495	0.02194	76.54226
13	0.02955	88.92614	0.02169	75.27720	0.01682	71.66692	0.01634	71.61641	0.02401	79.22446
14	0.03153	90.87330	0.02294	79.65235	0.01810	76.50326	0.01724	75.45671	0.02608	81.63296
15	0.03351	92.66018	0.02418	83.63473	0.01937	80.83362	0.01814	79.05388	0.02814	83.79300
16	0.03548	94.29954	0.02543	87.24577	0.02064	84.69219	0.01905	82.41594	0.03021	85.72982
17	0.03746	95.80412	0.02667	90.50691	0.02192	88.11312	0.01995	85.55091	0.03228	87.46868
18	0.03944	97.18669	0.02792	93.43958	0.02319	91.13060	0.02085	88.46683	0.03435	89.03481
19	0.04142	98.45999	0.02916	96.06519	0.02447	93.77880	0.02176	91.17171	0.03642	90.45347
20	0.04340	99.63679	0.03041	98.40519	0.02574	96.09189	0.02266	93.67357	0.03849	91.74990
21	0.04538	100.72982	0.03165	100.48100	0.02702	98.10404	0.02356	95.98045	0.04056	92.94936
22	0.04735	101.75185	0.03290	102.31406	0.02829	99.84943	0.02447	98.10036	0.04263	94.07709
23	0.04933	102.71563	0.03414	103.92578	0.02957	101.36223	0.02537	100.04133	0.04470	95.15833
24	0.05131	103.63391	0.03539	105.33760	0.03084	102.67662	0.02628	101.81139	0.04677	96.21834
25	0.05329	104.51944	0.03663	106.57096	0.03212	103.82677	0.02718	103.41855	0.04884	97.28236
26	0.05527	105.38498	0.03788	107.64727	0.03339	104.84684	0.02808	104.87084	0.05091	98.37563
27	0.05725	106.24329	0.03913	108.58797	0.03467	105.77102	0.02899	106.17628	0.05298	99.52342
28	0.05923	107.10711	0.04037	109.41449	0.03594	106.63348	0.02989	107.34290	0.05504	100.75096
29	0.06120	107.98919	0.04162	110.14826	0.03722	107.46839	0.03079	108.37872	0.05711	102.08349
30	0.06318	108.90230	0.04286	110.81071	0.03849	108.30992	0.03170	109.29177	0.05918	103.54628
31	0.06516	109.85918	0.04411	111.42326	0.03977	109.19225	0.03260	110.09006	0.06125	105.16457

Tabla 154

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-5-11		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-12		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-13		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-14		CÓDIGO DE PROB. I-2-5-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00175	7.27283	0.00227	8.83610	0.00154	6.25773	0.00124	5.40593	0.00159	6.17774
3	0.00351	14.54566	0.00453	17.67220	0.00307	12.51547	0.00248	10.81185	0.00317	12.35547
4	0.00526	21.81850	0.00680	26.50829	0.00461	18.77320	0.00371	16.21778	0.00476	18.53321
5	0.00702	29.09133	0.00907	35.34439	0.00614	25.03094	0.00495	21.62370	0.00634	24.71095
6	0.00877	36.36416	0.01134	44.18049	0.00768	31.28867	0.00619	27.02963	0.00793	30.88868
7	0.01053	43.63699	0.01360	53.01659	0.00922	37.54641	0.00743	32.43555	0.00951	37.06642
8	0.01228	50.90982	0.01587	61.85268	0.01075	43.80414	0.00867	37.84148	0.01110	43.24416
9	0.01404	58.18266	0.01814	70.68878	0.01229	50.06187	0.00990	43.24740	0.01268	49.42189
10	0.01579	65.45549	0.02041	79.52488	0.01383	56.31961	0.01114	48.65333	0.01427	55.59963
11	0.01755	72.72804	0.02267	88.36069	0.01536	62.57604	0.01238	54.05764	0.01585	61.77725
12	0.01862	77.44035	0.02462	90.43607	0.01688	69.13950	0.01412	59.00694	0.01699	67.06533
13	0.01970	81.65322	0.02658	92.32023	0.01839	74.95305	0.01586	66.73082	0.01812	71.95173
14	0.02077	85.40054	0.02853	94.02723	0.01991	80.07176	0.01760	73.33503	0.01925	76.45506
15	0.02184	88.71588	0.03048	95.57110	0.02143	84.54923	0.01934	78.92328	0.02039	80.59381
16	0.02292	91.63281	0.03243	96.96584	0.02294	88.43904	0.02108	83.59930	0.02152	84.38644
17	0.02399	94.18491	0.03438	98.22546	0.02446	91.79480	0.02283	87.46679	0.02266	87.85144
18	0.02507	96.40575	0.03633	99.36397	0.02597	94.67009	0.02457	90.62946	0.02379	91.00729
19	0.02614	98.32889	0.03828	100.39538	0.02749	97.11852	0.02631	93.19105	0.02492	93.87244
20	0.02722	99.98792	0.04024	101.33370	0.02900	99.19367	0.02805	95.25525	0.02606	96.46540
21	0.02829	101.41640	0.04219	102.19293	0.03052	100.94915	0.02979	96.92578	0.02719	98.80462
22	0.02936	102.64790	0.04414	102.98710	0.03204	102.43854	0.03153	98.30636	0.02833	100.90859
23	0.03044	103.71601	0.04609	103.73019	0.03355	103.71545	0.03327	99.50071	0.02946	102.79579
24	0.03151	104.65428	0.04804	104.43624	0.03507	104.83346	0.03501	100.61253	0.03059	104.48468
25	0.03259	105.49630	0.04999	105.11924	0.03658	105.84617	0.03675	101.74555	0.03173	105.99376
26	0.03366	106.27563	0.05195	105.79320	0.03810	106.80718	0.03850	103.00347	0.03286	107.34148
27	0.03474	107.02585	0.05390	106.47213	0.03962	107.77008	0.04024	104.49002	0.03400	108.54633
28	0.03581	107.78052	0.05585	107.17004	0.04113	108.78846	0.04198	106.30890	0.03513	109.62679
29	0.03688	108.57323	0.05780	107.90095	0.04265	109.91593	0.04372	108.56383	0.03626	110.60134
30	0.03796	109.43754	0.05975	108.67885	0.04416	111.20607	0.04546	111.35853	0.03740	111.48844
31	0.03903	110.40703	0.06170	109.51776	0.04568	112.71248	0.04720	114.79671	0.03853	112.30657

Tabla 155

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-5-1		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-2		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-3		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-4		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00150	5.46413	0.00220	7.23305	0.00166	5.68109	0.00120	5.04774	0.00149	6.10826
3	0.00300	10.92826	0.00440	14.46609	0.00333	11.36218	0.00240	10.09547	0.00297	12.21651
4	0.00450	16.39239	0.00660	21.69914	0.00499	17.04327	0.00360	15.14321	0.00446	18.32477
5	0.00600	21.85652	0.00880	28.93218	0.00665	22.72436	0.00480	20.19095	0.00594	24.43303
6	0.00751	27.32065	0.01100	36.16523	0.00831	28.40545	0.00600	25.23868	0.00743	30.54128
7	0.00901	32.78478	0.01320	43.39828	0.00998	34.08654	0.00721	30.28642	0.00891	36.64954
8	0.01051	38.24891	0.01540	50.63132	0.01164	39.76763	0.00841	35.33416	0.01040	42.75780
9	0.01201	43.71304	0.01760	57.86437	0.01330	45.44872	0.00961	40.38189	0.01188	48.86605
10	0.01351	49.17717	0.01980	65.09741	0.01497	51.12981	0.01081	45.42963	0.01337	54.97431
11	0.01501	54.64115	0.02201	72.33147	0.01663	56.81172	0.01201	50.47737	0.01485	61.08253
12	0.01652	61.83127	0.02411	75.02223	0.01824	62.21897	0.01375	58.83036	0.01593	66.37360
13	0.01803	68.25372	0.02622	77.46572	0.01986	68.27414	0.01548	66.18641	0.01701	71.26941
14	0.01953	73.96134	0.02832	79.68155	0.02148	73.67377	0.01722	72.61901	0.01809	75.78783
15	0.02104	79.00673	0.03043	81.68976	0.02309	78.46663	0.01896	78.20221	0.01916	79.94667
16	0.02255	83.44251	0.03253	83.51040	0.02471	82.70147	0.02069	83.01006	0.02024	83.76374
17	0.02405	87.32130	0.03464	85.16351	0.02632	86.42707	0.02243	87.11661	0.02132	87.25686
18	0.02556	90.69571	0.03674	86.66912	0.02794	89.69217	0.02417	90.59593	0.02240	90.44384
19	0.02707	93.61835	0.03885	88.04729	0.02955	92.54555	0.02590	93.52206	0.02347	93.34250
20	0.02858	96.14184	0.04095	89.31804	0.03117	95.03597	0.02764	95.96907	0.02455	95.97066
21	0.03008	98.31878	0.04306	90.50143	0.03279	97.21219	0.02938	98.01100	0.02563	98.34613
22	0.03159	100.20181	0.04516	91.61750	0.03440	99.12297	0.03112	99.72190	0.02671	100.48673
23	0.03310	101.84352	0.04727	92.68628	0.03602	100.81707	0.03285	101.17584	0.02778	102.41026
24	0.03460	103.29653	0.04937	93.72781	0.03763	102.34325	0.03459	102.44687	0.02886	104.13455
25	0.03611	104.61346	0.05148	94.76215	0.03925	103.75028	0.03633	103.60904	0.02994	105.67742
26	0.03762	105.84692	0.05358	95.80933	0.04087	105.08692	0.03806	104.73641	0.03101	107.05667
27	0.03913	107.04952	0.05569	96.88938	0.04248	106.40194	0.03980	105.90302	0.03209	108.29012
28	0.04063	108.27388	0.05779	98.02236	0.04410	107.74408	0.04154	107.18295	0.03317	109.39558
29	0.04214	109.57261	0.05990	99.22831	0.04571	109.16212	0.04327	108.65023	0.03425	110.39088
30	0.04365	110.99833	0.06200	100.52726	0.04733	110.70482	0.04501	110.37892	0.03532	111.29383
31	0.04515	112.60365	0.06411	101.93926	0.04894	112.42093	0.04675	112.44309	0.03640	112.12224

Tabla 156

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión.

Nº	CÓDIGO DE PROB. II-2-5-6		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-7		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-8		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-9		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00172	7.49906	0.00182	6.91499	0.00158	6.28778	0.00166	6.78128	0.00136	6.45583
3	0.00345	14.99812	0.00365	13.82998	0.00317	12.57555	0.00332	13.56257	0.00273	12.91166
4	0.00517	22.49718	0.00547	20.74497	0.00475	18.86333	0.00498	20.34385	0.00409	19.36749
5	0.00689	29.99623	0.00730	27.65996	0.00634	25.15110	0.00664	27.12514	0.00545	25.82333
6	0.00861	37.49529	0.00912	34.57495	0.00792	31.43888	0.00831	33.90642	0.00682	32.27916
7	0.01034	44.99435	0.01095	41.48994	0.00951	37.72666	0.00997	40.68771	0.00818	38.73499
8	0.01206	52.49341	0.01277	48.40493	0.01109	44.01443	0.01163	47.46899	0.00955	45.19082
9	0.01378	59.99247	0.01460	55.31992	0.01268	50.30221	0.01329	54.25027	0.01091	51.64665
10	0.01550	67.49153	0.01642	62.23491	0.01426	56.58998	0.01495	61.03156	0.01227	58.10248
11	0.01723	74.99068	0.01824	69.14844	0.01584	62.87753	0.01661	67.81308	0.01364	64.55587
12	0.01783	77.83339	0.02172	73.49602	0.01695	67.30690	0.01776	73.14614	0.01443	68.82270
13	0.01844	80.54747	0.02521	77.33466	0.01805	72.28023	0.01891	77.93900	0.01523	72.84974
14	0.01904	83.13917	0.02869	80.70816	0.01916	76.82113	0.02006	82.22776	0.01602	76.64525
15	0.01965	85.61483	0.03217	83.65982	0.02026	80.95291	0.02120	86.04881	0.01682	80.21462
16	0.02025	87.98081	0.03565	86.23293	0.02136	84.69888	0.02235	89.43854	0.01761	83.56328
17	0.02086	90.24348	0.03913	88.47079	0.02247	88.08234	0.02350	92.43335	0.01840	86.69661
18	0.02147	92.40918	0.04261	90.41669	0.02357	91.12661	0.02465	95.06961	0.01920	89.62004
19	0.02207	94.48428	0.04609	92.11393	0.02467	93.85499	0.02579	97.38374	0.01999	92.33895
20	0.02268	96.47512	0.04957	93.60580	0.02578	96.29079	0.02694	99.41210	0.02079	94.85875
21	0.02328	98.38807	0.05305	94.93560	0.02688	98.45731	0.02809	101.19110	0.02158	97.18485
22	0.02389	100.22948	0.05653	96.14662	0.02798	100.37788	0.02924	102.75713	0.02238	99.32266
23	0.02450	102.00571	0.06001	97.28216	0.02909	102.07579	0.03038	104.14657	0.02317	101.27757
24	0.02510	103.72311	0.06349	98.38551	0.03019	103.57436	0.03153	105.39582	0.02397	103.05500
25	0.02571	105.38803	0.06697	99.49998	0.03130	104.89690	0.03268	106.54127	0.02476	104.66034
26	0.02631	107.00684	0.07045	100.66884	0.03240	106.06670	0.03383	107.61931	0.02555	106.09900
27	0.02692	108.58589	0.07393	101.93541	0.03350	107.10708	0.03498	108.66633	0.02635	107.37639
28	0.02753	110.13154	0.07741	103.34296	0.03461	108.04136	0.03612	109.71872	0.02714	108.49791
29	0.02813	111.65014	0.08089	104.93481	0.03571	108.89283	0.03727	110.81288	0.02794	109.46896
30	0.02874	113.14804	0.08437	106.75424	0.03681	109.68480	0.03842	111.98518	0.02873	110.29495
31	0.02934	114.63161	0.08785	108.84455	0.03792	110.44060	0.03957	113.27203	0.02953	110.98128

Tabla 157

Tabulación general, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-5-11		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-12		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-13		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-14		CÓDIGO DE PROB. II-2-5-15		PROMEDIO TABULACIÓN	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		PTO. A PTO.	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	M(X)	M(Y)
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00162	7.90588	0.00178	6.38004	0.00145	6.35410	0.00187	5.72011	0.00227	7.33542	0.00182	6.78389
3	0.00324	15.81177	0.00356	12.76008	0.00291	12.70821	0.00375	11.44022	0.00454	14.67083	0.00364	13.56779
4	0.00486	23.71765	0.00534	19.14013	0.00436	19.06231	0.00562	17.16033	0.00681	22.00625	0.00546	20.35168
5	0.00649	31.62354	0.00712	25.52017	0.00581	25.41641	0.00750	22.88044	0.00908	29.34166	0.00728	27.13558
6	0.00811	39.52942	0.00890	31.90021	0.00726	31.77052	0.00937	28.60055	0.01135	36.67708	0.00910	33.91947
7	0.00973	47.43530	0.01067	38.28025	0.00872	38.12462	0.01125	34.32066	0.01362	44.01250	0.01092	40.70336
8	0.01135	55.34119	0.01245	44.66029	0.01017	44.47872	0.01312	40.04077	0.01589	51.34791	0.01274	47.48726
9	0.01297	63.24707	0.01423	51.04034	0.01162	50.83283	0.01500	45.76088	0.01816	58.68333	0.01456	54.27115
10	0.01459	71.15296	0.01601	57.42038	0.01308	57.18693	0.01687	51.48099	0.02043	66.01875	0.01638	61.05505
11	0.01622	79.06174	0.01779	63.80045	0.01453	63.17584	0.01875	57.20015	0.02270	73.35498	0.01820	67.78833
12	0.01673	82.01181	0.01876	67.72313	0.01542	67.89657	0.01912	59.76033	0.02507	75.33154	0.01960	71.98694
13	0.01725	84.80364	0.01973	71.47121	0.01632	71.94336	0.01949	62.23831	0.02745	77.18560	0.02099	75.94900
14	0.01777	87.44248	0.02070	75.04877	0.01721	75.74226	0.01986	64.63733	0.02982	78.92592	0.02239	79.55590
15	0.01829	89.93702	0.02167	78.45991	0.01810	79.30116	0.02023	66.95846	0.03220	80.56148	0.02378	82.83168
16	0.01881	92.29599	0.02264	81.70874	0.01900	82.62797	0.02060	69.20275	0.03457	82.10125	0.02518	85.80036
17	0.01932	94.52811	0.02362	84.79938	0.01989	85.73060	0.02097	71.37126	0.03695	83.55419	0.02657	88.48598
18	0.01984	96.64209	0.02459	87.73592	0.02078	88.61694	0.02134	73.46505	0.03932	84.92929	0.02796	90.91258
19	0.02036	98.64665	0.02556	90.52248	0.02168	91.29490	0.02171	75.48518	0.04170	86.23550	0.02936	93.10420
20	0.02088	100.55050	0.02653	93.16316	0.02257	93.77239	0.02209	77.43272	0.04407	87.48181	0.03075	95.08486
21	0.02139	102.36236	0.02750	95.66207	0.02347	96.05729	0.02246	79.30871	0.04645	88.67719	0.03215	96.87860
22	0.02191	104.09095	0.02847	98.02332	0.02436	98.15753	0.02283	81.11423	0.04882	89.83061	0.03354	98.50946
23	0.02243	105.74498	0.02944	100.25102	0.02525	100.08100	0.02320	82.85034	0.05120	90.95104	0.03494	100.00148
24	0.02295	107.33316	0.03041	102.34927	0.02615	101.83560	0.02357	84.51808	0.05357	92.04746	0.03633	101.37868
25	0.02347	108.86422	0.03138	104.32219	0.02704	103.42923	0.02394	86.11853	0.05595	93.12883	0.03773	102.66510
26	0.02398	110.34687	0.03235	106.17387	0.02793	104.86981	0.02431	87.65275	0.05832	94.20413	0.03912	103.88479
27	0.02450	111.78983	0.03332	107.90843	0.02883	106.16523	0.02468	89.12178	0.06070	95.28233	0.04052	105.06176
28	0.02502	113.20181	0.03429	109.52998	0.02972	107.32340	0.02505	90.52670	0.06307	96.37241	0.04191	106.22007
29	0.02554	114.59152	0.03527	111.04262	0.03061	108.35221	0.02543	91.86857	0.06545	97.48333	0.04331	107.38374
30	0.02606	115.96769	0.03624	112.45046	0.03151	109.25958	0.02580	93.14844	0.06782	98.62407	0.04470	108.57680
31	0.02657	117.33903	0.03721	113.75761	0.03240	110.05340	0.02617	94.36737	0.07020	99.80360	0.04610	109.82330

Figura 88

Ajuste, ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, método de inmersión.

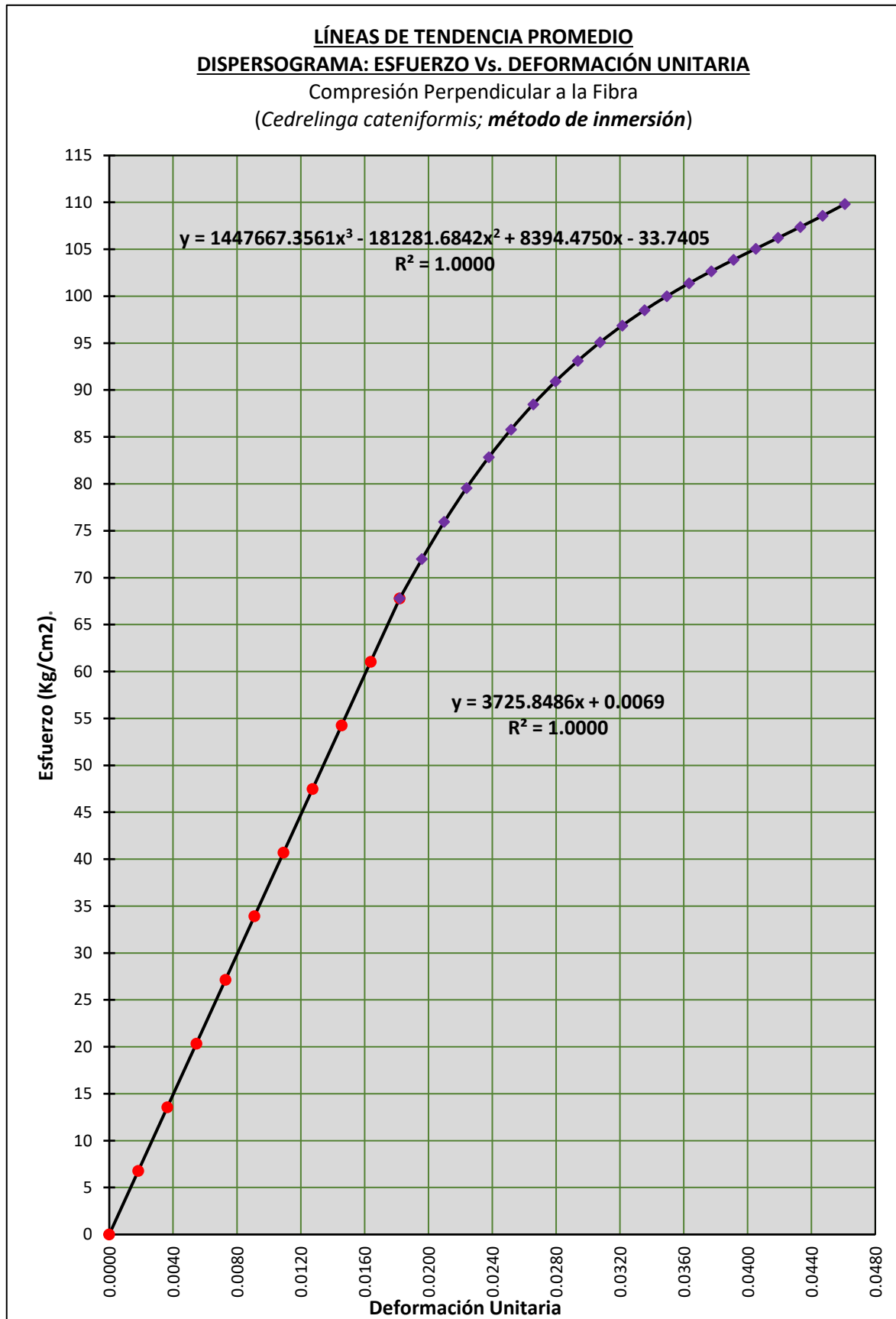


Tabla 158

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “compresión perpendicular a la fibra”, de la madera Cedrelinga cateniformis (método de inmersión).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 3725.8486x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para compresión perpendicular a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 1447667.3561x^3 - 181289.727x^2 + 8395.1465x - 33.7561$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.01820, 67.78833)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00182	6.78389
0.00364	13.56779
0.00546	20.35168
0.00728	27.13558
0.00910	33.91947
0.01092	40.70336
0.01274	47.48726
0.01456	54.27115
0.01638	61.05505
0.01820	67.78833
0.01960	71.98694
0.02099	75.94900
0.02239	79.55590
0.02378	82.83168
0.02518	85.80036
0.02657	88.48598
0.02796	90.91258
0.02936	93.10420
0.03075	95.08486
0.03215	96.87860
0.03354	98.50946
0.03494	100.00148
0.03633	101.37868
0.03773	102.66510
0.03912	103.88479
0.04052	105.06176
0.04191	106.22007
0.04331	107.38374
0.04470	108.57680
0.04610	109.82330

Figura 89

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “*compresión perpendicular a la fibra*”, método de inmersión.

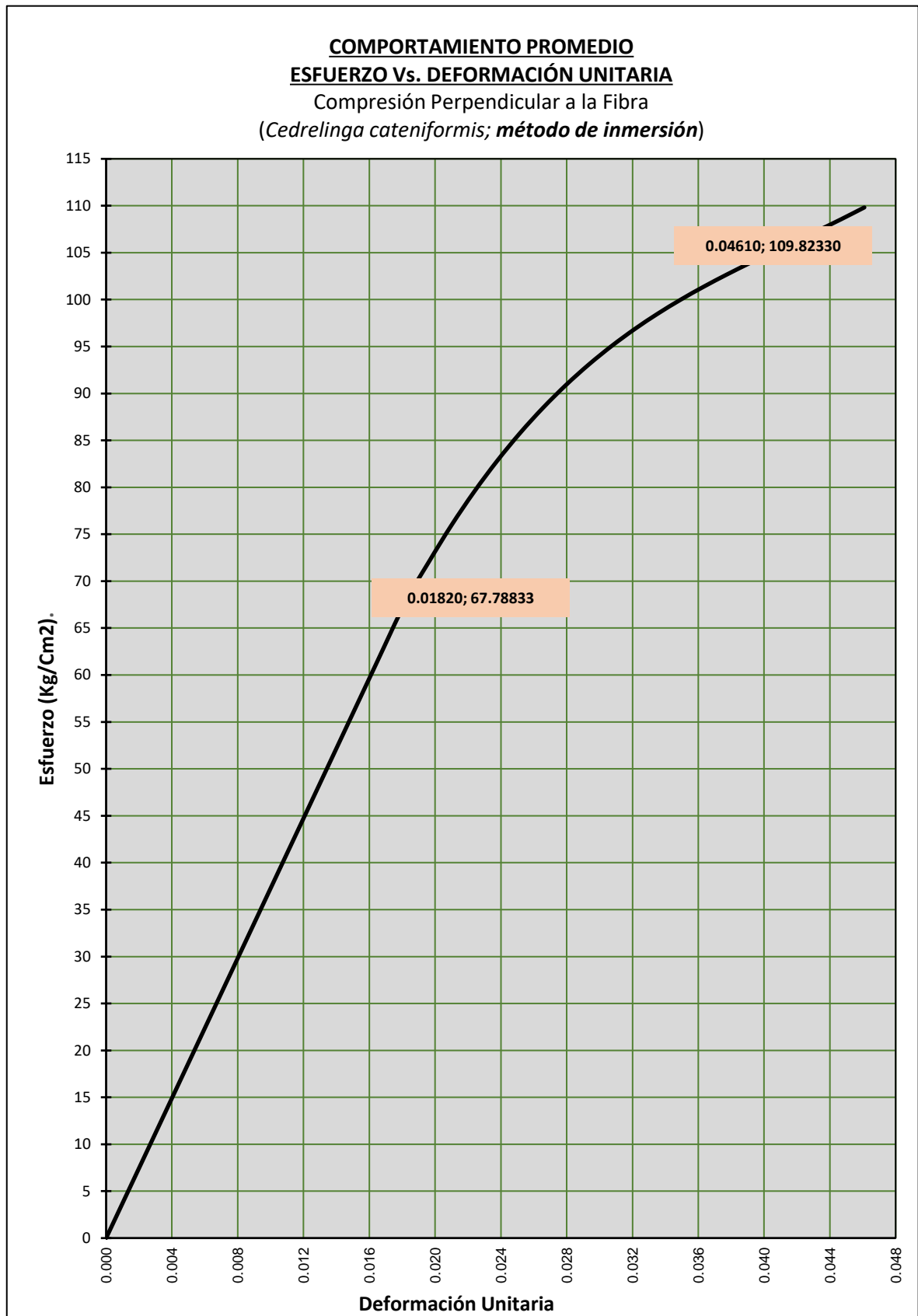
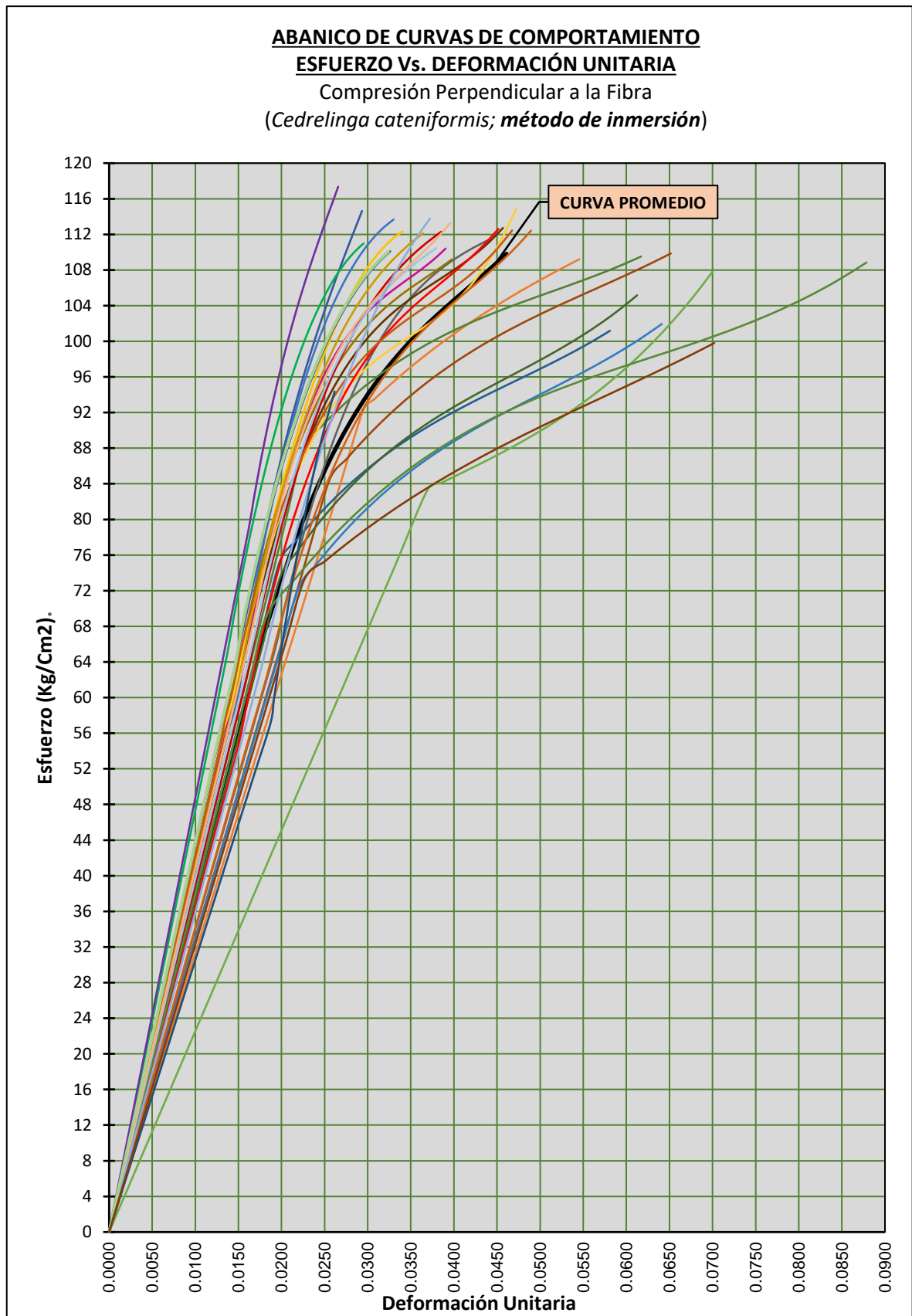


Figura 90

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “compresión perpendicular a la fibra”, método de inmersión.



b.3. Procesamiento de datos: tracción paralela a la fibra

b.3.1. Tratamiento estadístico: tracción paralela a la fibra

Tabla 159

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del método de pincelado.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE= $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2.00 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)}x\sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"	Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
1	I-1-6-1	14.31	0.77	0.00263	541.26595	0.00420	630.26810	205867.165	197
2	I-1-6-2	14.67	0.72	0.00195	804.72875	0.00294	920.80570	413614.695	288
3	I-1-6-3	15.07	0.74	0.00324	942.78588	0.00373	991.41690	291397.008	310
4	I-1-6-4	14.96	0.78	0.00233	519.69656	0.00389	638.90090	222787.568	200
5	I-1-6-5	14.73	0.67	0.00196	776.20931	0.00289	887.86867	396916.195	278
6	I-1-6-6	14.97	0.74	0.00318	921.41739	0.00388	981.07586	289335.361	307
7	I-1-6-7	14.77	0.73	0.00324	861.64042	0.00379	904.75583	265667.814	283
8	I-1-6-8	15.15	0.65	0.00370	850.73178	0.00457	888.55049	229666.805	278
9	I-1-6-9	16.16	0.82	0.00314	631.19716	0.00399	662.54012	200768.841	207
10	I-1-6-10	14.62	0.72	0.00379	703.90886	0.00494	779.24088	185948.715	244
11	I-1-6-11	15.11	0.75	0.00266	710.60795	0.00385	776.75506	266834.873	243
12	I-1-6-12	15.11	0.73	0.00282	776.28599	0.00405	847.47121	274879.073	265
13	I-1-6-13	14.43	0.74	0.00256	716.35927	0.00365	830.17657	279304.145	260
14	I-1-6-14	14.87	0.72	0.00259	677.31981	0.00394	760.30044	261150.451	238
15	I-1-6-15	14.29	0.74	0.00213	572.55536	0.00323	696.08226	268527.980	218
16	II-1-6-1	15.47	0.86	0.00319	831.67079	0.00379	872.17081	261063.751	273
17	II-1-6-2	14.80	0.65	0.00320	796.05276	0.00431	866.94246	248587.815	271
18	II-1-6-3	14.99	0.74	0.00211	587.44650	0.00299	663.52204	278384.276	208
19	II-1-6-4	14.73	0.71	0.00216	659.66737	0.00305	758.16189	305472.271	237
20	II-1-6-5	14.74	0.71	0.00345	879.89057	0.00438	946.16431	254715.890	296
21	II-1-6-6	14.29	0.75	0.00295	794.16586	0.00398	901.92386	269181.392	282
22	II-1-6-7	15.35	0.65	0.00299	719.10155	0.00438	807.16481	240461.980	253
23	II-1-6-8	14.76	0.76	0.00377	804.69703	0.00477	893.52592	213628.818	280
24	II-1-6-9	15.08	0.79	0.00355	1027.75145	0.00408	1064.84177	289368.880	333
25	II-1-6-10	15.47	0.76	0.00200	644.22481	0.00264	700.64129	322434.840	219
26	II-1-6-11	15.09	0.79	0.00199	723.82169	0.00299	795.10643	362927.041	249
27	II-1-6-12	14.51	0.74	0.00354	942.08579	0.00410	979.16061	266156.004	307
28	II-1-6-13	14.94	0.69	0.00316	768.59145	0.00392	829.13012	242863.921	260
29	II-1-6-14	15.91	0.71	0.00292	709.32743	0.00415	799.34548	242770.700	250
30	II-1-6-15	15.14	0.75	0.00341	894.04700	0.00499	978.20139	262245.395	306
M(X)		14.949	0.736	0.00288	759.64175	0.00387	835.07374	270430.989	261.414
S(D)		0.433	0.047	0.001	125.651	0.001	114.347	51551.493	35.795
CV%		2.899	6.419	20.460	16.541	15.758	13.693	19.063	13.693
Límite de exclusión del 5%				0.00196	541	0.00289	639	200769	200

Tabla 160

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas de método de inmersión.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE= $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2.00 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)	Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)		
				"X"	"Y"	"X"	"Y"		
1	I-2-6-1	17.85	0.79	0.00246	655.89010	0.00410	775.64434	266860.648	243
2	I-2-6-2	16.52	0.78	0.00241	475.55889	0.00450	632.60358	196967.731	198
3	I-2-6-3	16.62	0.72	0.00399	1007.68223	0.00533	1144.13372	252526.621	358
4	I-2-6-4	16.44	0.87	0.00112	373.52385	0.00237	546.40434	332612.511	171
5	I-2-6-5	15.98	0.74	0.00229	684.57827	0.00349	785.22633	298655.558	246
6	I-2-6-6	15.40	0.78	0.00246	616.68523	0.00369	747.62553	250960.497	234
7	I-2-6-7	17.75	0.77	0.00321	680.88768	0.00363	697.68721	211942.875	218
8	I-2-6-8	16.05	0.66	0.00262	631.40422	0.00375	746.17252	240929.607	234
9	I-2-6-9	14.44	0.66	0.00217	581.28074	0.00322	665.39888	267476.873	208
10	I-2-6-10	16.41	0.69	0.00292	652.62665	0.00347	684.05417	223663.131	214
11	I-2-6-11	15.94	0.79	0.00363	968.45217	0.00445	1047.73719	266827.985	328
12	I-2-6-12	16.32	0.76	0.00267	975.34523	0.00370	1110.15501	364628.670	348
13	I-2-6-13	16.16	0.75	0.00384	874.36251	0.00448	910.67923	227692.641	285
14	I-2-6-14	14.33	0.83	0.00337	855.95556	0.00551	1110.96486	253623.977	348
15	I-2-6-15	16.76	0.75	0.00387	967.01811	0.00569	1146.04562	250192.262	359
16	II-2-6-1	18.24	0.64	0.00242	669.27978	0.00329	756.87289	276151.089	237
17	II-2-6-2	16.69	0.78	0.00314	472.22642	0.00377	503.90030	150400.159	158
18	II-2-6-3	16.74	0.78	0.00315	826.36931	0.00419	902.00854	262664.667	282
19	II-2-6-4	16.71	0.81	0.00276	865.22506	0.00401	958.15829	312943.092	300
20	II-2-6-5	16.79	0.78	0.00273	744.74599	0.00439	837.84457	272870.696	262
21	II-2-6-6	16.39	0.75	0.00113	412.34409	0.00255	496.76898	365132.463	156
22	II-2-6-7	17.06	0.69	0.00171	498.09995	0.00265	574.21730	291559.325	180
23	II-2-6-8	15.36	0.75	0.00200	721.97795	0.00312	828.10051	361115.365	259
24	II-2-6-9	15.15	0.82	0.00260	654.19404	0.00450	846.26935	251816.483	265
25	II-2-6-10	18.03	0.71	0.00376	698.73435	0.00517	775.15786	185724.935	243
26	II-2-6-11	17.53	0.68	0.00357	597.89664	0.00402	606.63642	167351.482	190
27	II-2-6-12	15.44	0.83	0.00256	756.14426	0.00423	886.53680	295900.548	278
28	II-2-6-13	15.17	0.84	0.00147	359.23999	0.00257	438.14095	244148.423	137
29	II-2-6-14	18.13	0.71	0.00242	475.88077	0.00374	578.69781	196783.182	181
30	II-2-6-15	17.27	0.68	0.00218	362.74934	0.00329	437.14907	166078.811	137
	M(X)	16.455	0.753	0.00269	670.54531	0.00390	772.56641	256873.410	241.847
	S(D)	1.030	0.059	0.001	190.090	0.001	207.800	56599.660	65.050
	CV%	6.259	7.846	28.712	28.349	21.949	26.897	22.034	26.897
	Límite de exclusión del 5%			0.00113	363	0.00255	438	166079	156

b.3.2. Construcción de curvas: tracción paralela a la fibra

Tabla 161

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-6-1		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-2		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-3		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-4		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00026	54.12574	0.00019	80.47130	0.00032	94.27810	0.00023	51.96967	0.00020	77.62149
3	0.00053	108.25147	0.00039	160.94261	0.00065	188.55620	0.00047	103.93935	0.00039	155.24298
4	0.00079	162.37721	0.00058	241.41391	0.00097	282.83431	0.00070	155.90902	0.00059	232.86447
5	0.00105	216.50294	0.00078	321.88522	0.00129	377.11241	0.00093	207.87869	0.00078	310.48595
6	0.00131	270.62868	0.00097	402.35652	0.00162	471.39051	0.00117	259.84837	0.00098	388.10744
7	0.00158	324.75442	0.00117	482.82782	0.00194	565.66861	0.00140	311.81804	0.00117	465.72893
8	0.00184	378.88015	0.00136	563.29913	0.00226	659.94671	0.00163	363.78771	0.00137	543.35042
9	0.00210	433.00589	0.00156	643.77043	0.00259	754.22481	0.00187	415.75739	0.00156	620.97191
10	0.00237	487.13163	0.00175	724.24174	0.00291	848.50292	0.00210	467.72706	0.00176	698.59340
11	0.00263	541.26595	0.00195	804.72875	0.00324	942.78588	0.00233	519.69656	0.00196	776.20931
12	0.00271	549.93957	0.00200	816.03351	0.00326	947.52447	0.00241	531.31944	0.00200	787.09962
13	0.00279	558.17285	0.00205	826.76718	0.00329	952.02315	0.00249	542.34615	0.00205	797.42824
14	0.00287	565.96108	0.00210	836.92092	0.00331	956.27866	0.00257	552.77680	0.00210	807.19854
15	0.00294	573.30426	0.00215	846.49474	0.00333	960.29099	0.00264	562.61139	0.00214	816.41050
16	0.00302	580.20239	0.00220	855.48863	0.00336	964.06015	0.00272	571.84992	0.00219	825.06413
17	0.00310	586.65547	0.00225	863.90259	0.00338	967.58615	0.00280	580.49239	0.00224	833.15943
18	0.00318	592.66349	0.00230	871.73662	0.00341	970.86896	0.00288	588.53881	0.00228	840.69639
19	0.00326	598.22646	0.00234	878.99073	0.00343	973.90861	0.00295	595.98916	0.00233	847.67502
20	0.00334	603.34438	0.00239	885.66491	0.00346	976.70508	0.00303	602.84346	0.00238	854.09532
21	0.00342	608.01725	0.00244	891.75916	0.00348	979.25838	0.00311	609.10170	0.00242	859.95729
22	0.00349	612.24507	0.00249	897.27349	0.00351	981.56851	0.00319	614.76388	0.00247	865.26092
23	0.00357	616.02783	0.00254	902.20788	0.00353	983.63547	0.00326	619.83001	0.00252	870.00623
24	0.00365	619.36555	0.00259	906.56236	0.00356	985.45925	0.00334	624.30007	0.00257	874.19319
25	0.00373	622.25821	0.00264	910.33690	0.00358	987.03986	0.00342	628.17408	0.00261	877.82183
26	0.00381	624.70582	0.00269	913.53152	0.00361	988.37730	0.00350	631.45203	0.00266	880.89213
27	0.00389	626.70838	0.00274	916.14621	0.00363	989.47156	0.00357	634.13392	0.00271	883.40411
28	0.00397	628.26589	0.00279	918.18097	0.00366	990.32265	0.00365	636.21975	0.00275	885.35774
29	0.00405	629.37834	0.00284	919.63581	0.00368	990.93057	0.00373	637.70953	0.00280	886.75305
30	0.00412	630.04575	0.00289	920.51072	0.00371	991.29532	0.00381	638.60325	0.00285	887.59002
31	0.00420	630.26810	0.00294	920.80570	0.00373	991.41690	0.00389	638.90090	0.00289	887.86867

Tabla 162

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-6-6		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-7		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-8		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-9		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00032	92.14258	0.00032	86.16409	0.00037	85.07438	0.00031	63.11851	0.00038	70.39163
3	0.00064	184.28517	0.00065	172.32818	0.00074	170.14875	0.00063	126.23702	0.00076	140.78326
4	0.00096	276.42775	0.00097	258.49228	0.00111	255.22313	0.00094	189.35553	0.00114	211.17488
5	0.00127	368.57034	0.00130	344.65637	0.00148	340.29751	0.00126	252.47404	0.00151	281.56651
6	0.00159	460.71292	0.00162	430.82046	0.00185	425.37188	0.00157	315.59255	0.00189	351.95814
7	0.00191	552.85551	0.00195	516.98455	0.00222	510.44626	0.00189	378.71106	0.00227	422.34977
8	0.00223	644.99809	0.00227	603.14864	0.00259	595.52064	0.00220	441.82957	0.00265	492.74139
9	0.00255	737.14068	0.00259	689.31273	0.00296	680.59501	0.00252	504.94807	0.00303	563.13302
10	0.00287	829.28326	0.00292	775.47683	0.00333	765.66939	0.00283	568.06658	0.00341	633.52465
11	0.00318	921.41739	0.00324	861.64042	0.00370	850.73178	0.00314	631.19716	0.00379	703.90886
12	0.00322	927.23857	0.00327	865.84449	0.00375	854.42306	0.00319	634.24909	0.00384	711.25815
13	0.00325	932.75644	0.00330	869.83267	0.00379	857.92071	0.00323	637.14877	0.00390	718.22564
14	0.00329	937.97606	0.00332	873.60528	0.00383	861.22931	0.00327	639.89170	0.00396	724.81651
15	0.00332	942.89741	0.00335	877.16230	0.00388	864.34886	0.00331	642.47789	0.00402	731.03078
16	0.00336	947.52051	0.00338	880.50375	0.00392	867.27935	0.00335	644.90734	0.00407	736.86845
17	0.00339	951.84534	0.00341	883.62961	0.00396	870.02079	0.00340	647.18005	0.00413	742.32951
18	0.00343	955.87192	0.00343	886.53990	0.00401	872.57318	0.00344	649.29602	0.00419	747.41397
19	0.00346	959.60024	0.00346	889.23460	0.00405	874.93652	0.00348	651.25524	0.00425	752.12182
20	0.00350	963.03030	0.00349	891.71373	0.00409	877.11080	0.00352	653.05773	0.00430	756.45307
21	0.00353	966.16210	0.00351	893.97727	0.00414	879.09604	0.00356	654.70347	0.00436	760.40772
22	0.00356	968.99564	0.00354	896.02524	0.00418	880.89222	0.00361	656.19247	0.00442	763.98575
23	0.00360	971.53092	0.00357	897.85762	0.00422	882.49935	0.00365	657.52473	0.00448	767.18719
24	0.00363	973.76795	0.00360	899.47443	0.00427	883.91742	0.00369	658.70025	0.00454	770.01202
25	0.00367	975.70671	0.00362	900.87565	0.00431	885.14645	0.00373	659.71903	0.00459	772.46024
26	0.00370	977.34722	0.00365	902.06130	0.00435	886.18642	0.00377	660.58107	0.00465	774.53186
27	0.00374	978.68946	0.00368	903.03136	0.00439	887.03734	0.00382	661.28636	0.00471	776.22687
28	0.00377	979.73345	0.00371	903.78585	0.00444	887.69920	0.00386	661.83491	0.00477	777.54528
29	0.00381	980.47918	0.00373	904.32476	0.00448	888.17202	0.00390	662.22673	0.00482	778.48708
30	0.00384	980.92665	0.00376	904.64808	0.00452	888.45578	0.00394	662.46180	0.00488	779.05228
31	0.00388	981.07586	0.00379	904.75583	0.00457	888.55049	0.00399	662.54012	0.00494	779.24088

Tabla 163

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-6-11		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-12		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-13		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-14		CÓDIGO DE PROB. I-1-6-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00027	71.06183	0.00028	77.62838	0.00026	71.63683	0.00026	67.73132	0.00021	57.25449
3	0.00053	142.12366	0.00056	155.25676	0.00051	143.27365	0.00052	135.46264	0.00043	114.50899
4	0.00080	213.18549	0.00085	232.88515	0.00077	214.91048	0.00078	203.19396	0.00064	171.76348
5	0.00107	284.24732	0.00113	310.51353	0.00103	286.54731	0.00104	270.92528	0.00085	229.01798
6	0.00133	355.30915	0.00141	388.14191	0.00128	358.18413	0.00130	338.65661	0.00107	286.27247
7	0.00160	426.37097	0.00169	465.77029	0.00154	429.82096	0.00156	406.38793	0.00128	343.52696
8	0.00186	497.43280	0.00198	543.39867	0.00180	501.45779	0.00182	474.11925	0.00149	400.78146
9	0.00213	568.49463	0.00226	621.02706	0.00205	573.09461	0.00207	541.85057	0.00171	458.03595
10	0.00240	639.55646	0.00254	698.65544	0.00231	644.73144	0.00233	609.58189	0.00192	515.29044
11	0.00266	710.60795	0.00282	776.28599	0.00256	716.35927	0.00259	677.31981	0.00213	572.55536
12	0.00272	717.06099	0.00289	783.22579	0.00262	727.46297	0.00266	685.40736	0.00219	584.59123
13	0.00278	723.17901	0.00295	789.81057	0.00267	737.99082	0.00273	693.08314	0.00224	596.01814
14	0.00284	728.96633	0.00301	796.03941	0.00273	747.94958	0.00280	700.34402	0.00230	606.82739
15	0.00290	734.42297	0.00307	801.91231	0.00278	757.33925	0.00286	707.19001	0.00235	617.01898
16	0.00296	739.54891	0.00313	807.42927	0.00284	766.15981	0.00293	713.62110	0.00241	626.59290
17	0.00302	744.34416	0.00319	812.59030	0.00289	774.41128	0.00300	719.63730	0.00246	635.54916
18	0.00308	748.80872	0.00325	817.39539	0.00295	782.09365	0.00307	725.23862	0.00252	643.88776
19	0.00314	752.94259	0.00332	821.84454	0.00300	789.20692	0.00313	730.42503	0.00257	651.60870
20	0.00320	756.74577	0.00338	825.93775	0.00305	795.75110	0.00320	735.19656	0.00263	658.71197
21	0.00325	760.21825	0.00344	829.67503	0.00311	801.72618	0.00327	739.55319	0.00268	665.19758
22	0.00331	763.36005	0.00350	833.05637	0.00316	807.13216	0.00333	743.49493	0.00274	671.06553
23	0.00337	766.17115	0.00356	836.08177	0.00322	811.96904	0.00340	747.02178	0.00279	676.31582
24	0.00343	768.65156	0.00362	838.75123	0.00327	816.23682	0.00347	750.13374	0.00285	680.94844
25	0.00349	770.80128	0.00368	841.06475	0.00333	819.93551	0.00354	752.83080	0.00290	684.96341
26	0.00355	772.62030	0.00375	843.02234	0.00338	823.06509	0.00360	755.11297	0.00296	688.36071
27	0.00361	774.10864	0.00381	844.62399	0.00344	825.62559	0.00367	756.98025	0.00301	691.14034
28	0.00367	775.26628	0.00387	845.86970	0.00349	827.61698	0.00374	758.43264	0.00307	693.30232
29	0.00373	776.09323	0.00393	846.75947	0.00354	829.03927	0.00381	759.47013	0.00312	694.84663
30	0.00379	776.58949	0.00399	847.29331	0.00360	829.89247	0.00387	760.09273	0.00318	695.77328
31	0.00385	776.75506	0.00405	847.47121	0.00365	830.17657	0.00394	760.30044	0.00323	696.08226

Tabla 164

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-6-1		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-2		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-3		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-4		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00032	83.16681	0.00032	79.60420	0.00021	58.74342	0.00022	65.96830	0.00035	87.98852
3	0.00064	166.33362	0.00064	159.20839	0.00042	117.48683	0.00043	131.93660	0.00069	175.97703
4	0.00096	249.50043	0.00096	238.81259	0.00063	176.23025	0.00065	197.90491	0.00104	263.96555
5	0.00127	332.66724	0.00128	318.41678	0.00084	234.97366	0.00086	263.87321	0.00138	351.95407
6	0.00159	415.83405	0.00160	398.02098	0.00106	293.71708	0.00108	329.84151	0.00173	439.94258
7	0.00191	499.00087	0.00192	477.62518	0.00127	352.46050	0.00130	395.80981	0.00207	527.93110
8	0.00223	582.16768	0.00224	557.22937	0.00148	411.20391	0.00151	461.77812	0.00242	615.91962
9	0.00255	665.33449	0.00256	636.83357	0.00169	469.94733	0.00173	527.74642	0.00276	703.90813
10	0.00287	748.50130	0.00288	716.43776	0.00190	528.69074	0.00194	593.71472	0.00311	791.89665
11	0.00319	831.67079	0.00320	796.05276	0.00211	587.44650	0.00216	659.66737	0.00345	879.89057
12	0.00322	835.61842	0.00326	802.95897	0.00215	594.85716	0.00220	669.28117	0.00350	886.34977
13	0.00325	839.36490	0.00331	809.51632	0.00220	601.89499	0.00225	678.39122	0.00355	892.48060
14	0.00328	842.90887	0.00337	815.71925	0.00224	608.55239	0.00229	687.00882	0.00359	898.28001
15	0.00331	846.25031	0.00342	821.56776	0.00229	614.82936	0.00234	695.13396	0.00364	903.74802
16	0.00334	849.38924	0.00348	827.06185	0.00233	620.72590	0.00238	702.76664	0.00369	908.88462
17	0.00337	852.32565	0.00353	832.20152	0.00238	626.24200	0.00243	709.90686	0.00373	913.68980
18	0.00340	855.05953	0.00359	836.98676	0.00242	631.37767	0.00247	716.55463	0.00378	918.16358
19	0.00343	857.59090	0.00364	841.41758	0.00246	636.13291	0.00252	722.70994	0.00382	922.30594
20	0.00346	859.91975	0.00370	845.49397	0.00251	640.50772	0.00256	728.37278	0.00387	926.11690
21	0.00349	862.04608	0.00376	849.21595	0.00255	644.50209	0.00261	733.54318	0.00392	929.59644
22	0.00352	863.96989	0.00381	852.58350	0.00260	648.11603	0.00265	738.22111	0.00396	932.74458
23	0.00355	865.69118	0.00387	855.59663	0.00264	651.34954	0.00270	742.40658	0.00401	935.56130
24	0.00358	867.20995	0.00392	858.25534	0.00268	654.20262	0.00274	746.09960	0.00405	938.04661
25	0.00361	868.52620	0.00398	860.55962	0.00273	656.67526	0.00279	749.30016	0.00410	940.20052
26	0.00364	869.63993	0.00403	862.50948	0.00277	658.76747	0.00283	752.00826	0.00415	942.02301
27	0.00367	870.55115	0.00409	864.10492	0.00282	660.47925	0.00288	754.22390	0.00419	943.51409
28	0.00370	871.25984	0.00414	865.34594	0.00286	661.81060	0.00292	755.94708	0.00424	944.67376
29	0.00373	871.76602	0.00420	866.23254	0.00291	662.76151	0.00296	757.17781	0.00429	945.50202
30	0.00376	872.06967	0.00425	866.76471	0.00295	663.33199	0.00301	757.91608	0.00433	945.99887
31	0.00379	872.17081	0.00431	866.94246	0.00299	663.52204	0.00305	758.16189	0.00438	946.16431

Tabla 165

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-6-6		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-7		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-8		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-9		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00030	79.41588	0.00030	71.90917	0.00038	80.46953	0.00036	102.77650	0.00020	64.42204
3	0.00059	158.83176	0.00060	143.81834	0.00075	160.93905	0.00071	205.55299	0.00040	128.84407
4	0.00089	238.24764	0.00090	215.72750	0.00113	241.40858	0.00107	308.32949	0.00060	193.26611
5	0.00118	317.66352	0.00120	287.63667	0.00151	321.87810	0.00142	411.10598	0.00080	257.68815
6	0.00148	397.07940	0.00150	359.54584	0.00188	402.34763	0.00178	513.88248	0.00100	322.11018
7	0.00177	476.49528	0.00179	431.45501	0.00226	482.81715	0.00213	616.65898	0.00120	386.53222
8	0.00207	555.91115	0.00209	503.36417	0.00264	563.28668	0.00249	719.43547	0.00140	450.95426
9	0.00236	635.32703	0.00239	575.27334	0.00301	643.75621	0.00284	822.21197	0.00160	515.37629
10	0.00266	714.74291	0.00269	647.18251	0.00339	724.22573	0.00320	924.98846	0.00180	579.79833
11	0.00295	794.16586	0.00299	719.10155	0.00377	804.69703	0.00355	1027.75145	0.00200	644.22481
12	0.00300	804.66712	0.00306	727.68326	0.00382	813.35645	0.00358	1031.37361	0.00203	649.72335
13	0.00305	814.63508	0.00313	735.82982	0.00387	821.57320	0.00360	1034.80374	0.00206	654.94221
14	0.00310	824.06424	0.00320	743.53601	0.00392	829.34580	0.00363	1038.04847	0.00209	659.87896
15	0.00316	832.95461	0.00327	750.80182	0.00397	836.67426	0.00366	1041.10780	0.00213	664.53360
16	0.00321	841.30618	0.00334	757.62727	0.00402	843.55857	0.00368	1043.98172	0.00216	668.90614
17	0.00326	849.11895	0.00341	764.01236	0.00407	849.99874	0.00371	1046.67023	0.00219	672.99657
18	0.00331	856.39292	0.00348	769.95707	0.00412	855.99477	0.00373	1049.17334	0.00222	676.80489
19	0.00336	863.12809	0.00355	775.46141	0.00417	861.54665	0.00376	1051.49104	0.00225	680.33110
20	0.00341	869.32446	0.00362	780.52539	0.00422	866.65438	0.00379	1053.62333	0.00229	683.57521
21	0.00346	874.98204	0.00369	785.14900	0.00427	871.31797	0.00381	1055.57022	0.00232	686.53721
22	0.00352	880.10081	0.00375	789.33224	0.00432	875.53742	0.00384	1057.33171	0.00235	689.21710
23	0.00357	884.68079	0.00382	793.07511	0.00437	879.31272	0.00387	1058.90778	0.00238	691.61488
24	0.00362	888.72197	0.00389	796.37761	0.00442	882.64388	0.00389	1060.29845	0.00241	693.73056
25	0.00367	892.22435	0.00396	799.23974	0.00447	885.53089	0.00392	1061.50372	0.00245	695.56413
26	0.00372	895.18793	0.00403	801.66151	0.00452	887.97376	0.00394	1062.52357	0.00248	697.11559
27	0.00377	897.61272	0.00410	803.64290	0.00457	889.97248	0.00397	1063.35802	0.00251	698.38494
28	0.00382	899.49870	0.00417	805.18393	0.00462	891.52706	0.00400	1064.00707	0.00254	699.37219
29	0.00387	900.84589	0.00424	806.28459	0.00467	892.63749	0.00402	1064.47071	0.00257	700.07733
30	0.00393	901.65427	0.00431	806.94488	0.00472	893.30378	0.00405	1064.74894	0.00261	700.50036
31	0.00398	901.92386	0.00438	807.16481	0.00477	893.52592	0.00408	1064.84177	0.00264	700.64129

Tabla 166

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-6-11		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-12		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-13		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-14		CÓDIGO DE PROB. II-1-6-15		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00020	72.38190	0.00035	94.20833	0.00032	76.85914	0.00029	70.93166	0.00034	89.40348	0.00029	75.96397
3	0.00040	144.76380	0.00071	188.41666	0.00063	153.71829	0.00058	141.86332	0.00068	178.80696	0.00058	151.92795
4	0.00060	217.14570	0.00106	282.62499	0.00095	230.57743	0.00088	212.79498	0.00102	268.21044	0.00086	227.89192
5	0.00080	289.52759	0.00142	376.83332	0.00127	307.43658	0.00117	283.72665	0.00136	357.61392	0.00115	303.85589
6	0.00100	361.90949	0.00177	471.04165	0.00158	384.29572	0.00146	354.65831	0.00170	447.01740	0.00144	379.81987
7	0.00120	434.29139	0.00212	565.24998	0.00190	461.15487	0.00175	425.58997	0.00205	536.42087	0.00173	455.78384
8	0.00140	506.67329	0.00248	659.45832	0.00222	538.01401	0.00205	496.52163	0.00239	625.82435	0.00201	531.74782
9	0.00160	579.05519	0.00283	753.66665	0.00253	614.87316	0.00234	567.45329	0.00273	715.22783	0.00230	607.71179
10	0.00179	651.43709	0.00319	847.87498	0.00285	691.73230	0.00263	638.38495	0.00307	804.63131	0.00259	683.67576
11	0.00199	723.82169	0.00354	942.08579	0.00316	768.59145	0.00292	709.32743	0.00341	894.04700	0.00288	759.64175
12	0.00204	730.77117	0.00357	945.69935	0.00320	774.49384	0.00298	718.09825	0.00349	902.24754	0.00293	766.99526
13	0.00209	737.36527	0.00360	949.12877	0.00324	780.09354	0.00304	726.42546	0.00357	910.03224	0.00298	773.9727
14	0.00214	743.60293	0.00362	952.37282	0.00328	785.39057	0.00311	734.30256	0.00365	917.39615	0.00303	780.57298
15	0.00219	749.48414	0.00365	955.43151	0.00332	790.38492	0.00317	741.72954	0.00372	924.33927	0.00308	786.79612
16	0.00224	755.00889	0.00368	958.30483	0.00335	795.07659	0.00323	748.70641	0.00380	930.86159	0.00313	792.6421
17	0.00229	760.17720	0.00371	960.99278	0.00339	799.46558	0.00329	755.23316	0.00388	936.96312	0.00317	798.11094
18	0.00234	764.98906	0.00374	963.49537	0.00343	803.55189	0.00335	761.30980	0.00396	942.64387	0.00322	803.20262
19	0.00239	769.44448	0.00376	965.81259	0.00347	807.33552	0.00341	766.93632	0.00404	947.90381	0.00327	807.91715
20	0.00244	773.54344	0.00379	967.94444	0.00350	810.81648	0.00348	772.11272	0.00412	952.74297	0.00332	812.25453
21	0.00249	777.28595	0.00382	969.89092	0.00354	813.99475	0.00354	776.83900	0.00420	957.16133	0.00337	816.21476
22	0.00254	780.67202	0.00385	971.65204	0.00358	816.87034	0.00360	781.11517	0.00428	961.15890	0.00342	819.79784
23	0.00259	783.70164	0.00388	973.22780	0.00362	819.44326	0.00366	784.94123	0.00436	964.73568	0.00347	823.00376
24	0.00264	786.37481	0.00390	974.61818	0.00365	821.71349	0.00372	788.31717	0.00443	967.89167	0.00352	825.83254
25	0.00269	788.69153	0.00393	975.82320	0.00369	823.68105	0.00378	791.24299	0.00451	970.62686	0.00357	828.28416
26	0.00274	790.65180	0.00396	976.84285	0.00373	825.34593	0.00385	793.71870	0.00459	972.94127	0.00362	830.35864
27	0.00279	792.25563	0.00399	977.67714	0.00377	826.70812	0.00391	795.74429	0.00467	974.83487	0.00367	832.05596
28	0.00284	793.50300	0.00402	978.32605	0.00381	827.76764	0.00397	797.31976	0.00475	976.30769	0.00372	833.37613
29	0.00289	794.39393	0.00404	978.78960	0.00384	828.52448	0.00403	798.44512	0.00483	977.35972	0.00377	834.31915
30	0.00294	794.92840	0.00407	979.06779	0.00388	828.97864	0.00409	799.12036	0.00491	977.99095	0.00382	834.88502
31	0.00299	795.10643	0.00410	979.16061	0.00392	829.13012	0.00415	799.34548	0.00499	978.20139	0.00387	835.07374

Figura 91

Ajuste, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, método de pincelado.

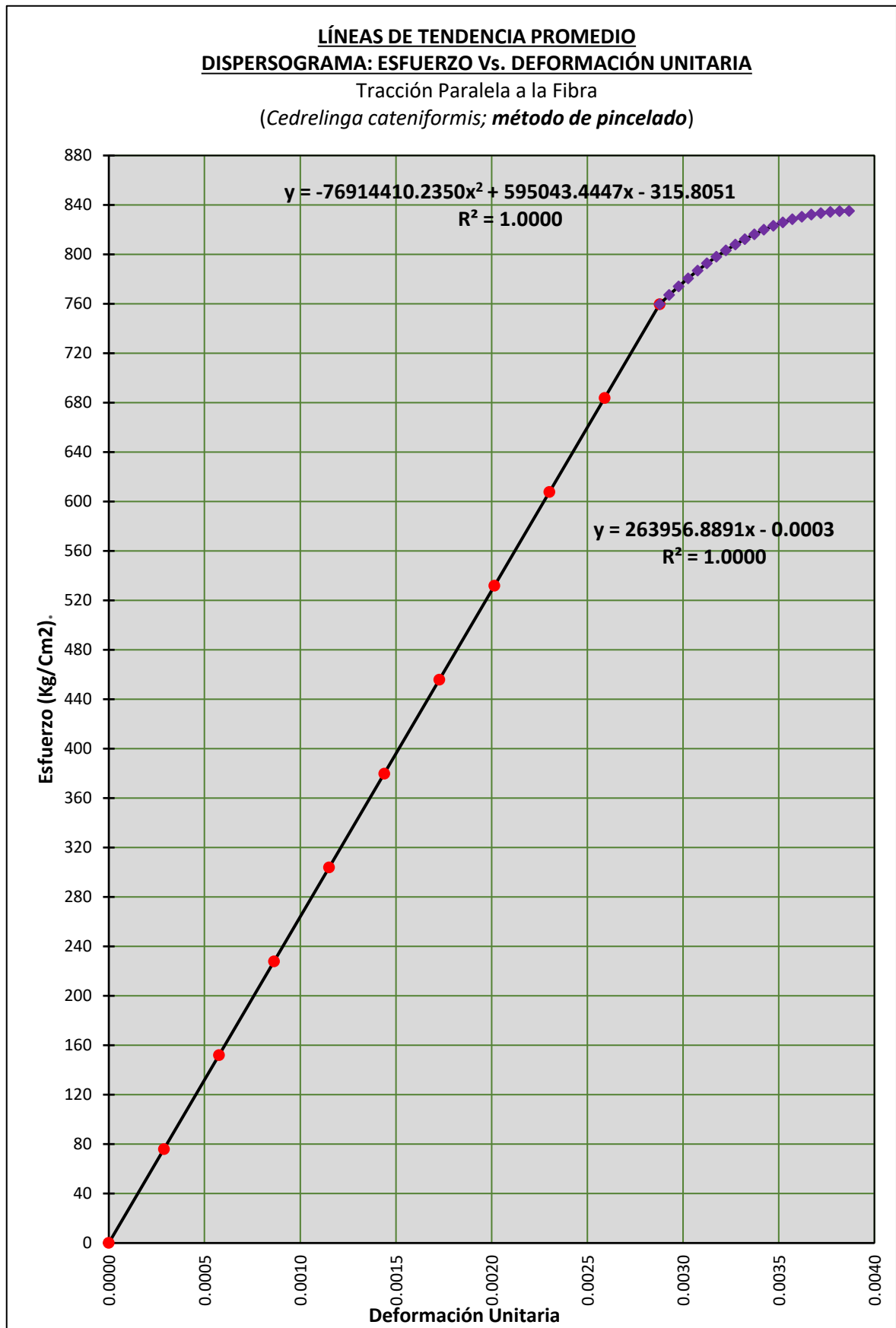


Tabla 167

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, de la madera Cedrelinga cateniformis (método de pincelado).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para tracción paralela a la fibra, para madera Cedrelinga cateniformis a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 263956.8891x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = -76914410.2350x^2 + 595043.2699x - 315.80442$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00288, 759.64202)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.00387, 835.07385)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00029	75.96397
0.00058	151.92795
0.00086	227.89192
0.00115	303.85589
0.00144	379.81987
0.00173	455.78384
0.00201	531.74782
0.00230	607.71179
0.00259	683.67576
0.00288	759.64175
0.00293	766.99526
0.00298	773.9727
0.00303	780.57298
0.00308	786.79612
0.00313	792.6421
0.00317	798.11094
0.00322	803.20262
0.00327	807.91715
0.00332	812.25453
0.00337	816.21476
0.00342	819.79784
0.00347	823.00376
0.00352	825.83254
0.00357	828.28416
0.00362	830.35864
0.00367	832.05596
0.00372	833.37613
0.00377	834.31915
0.00382	834.88502
0.00387	835.07374

Figura 92

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, método de pincelado.

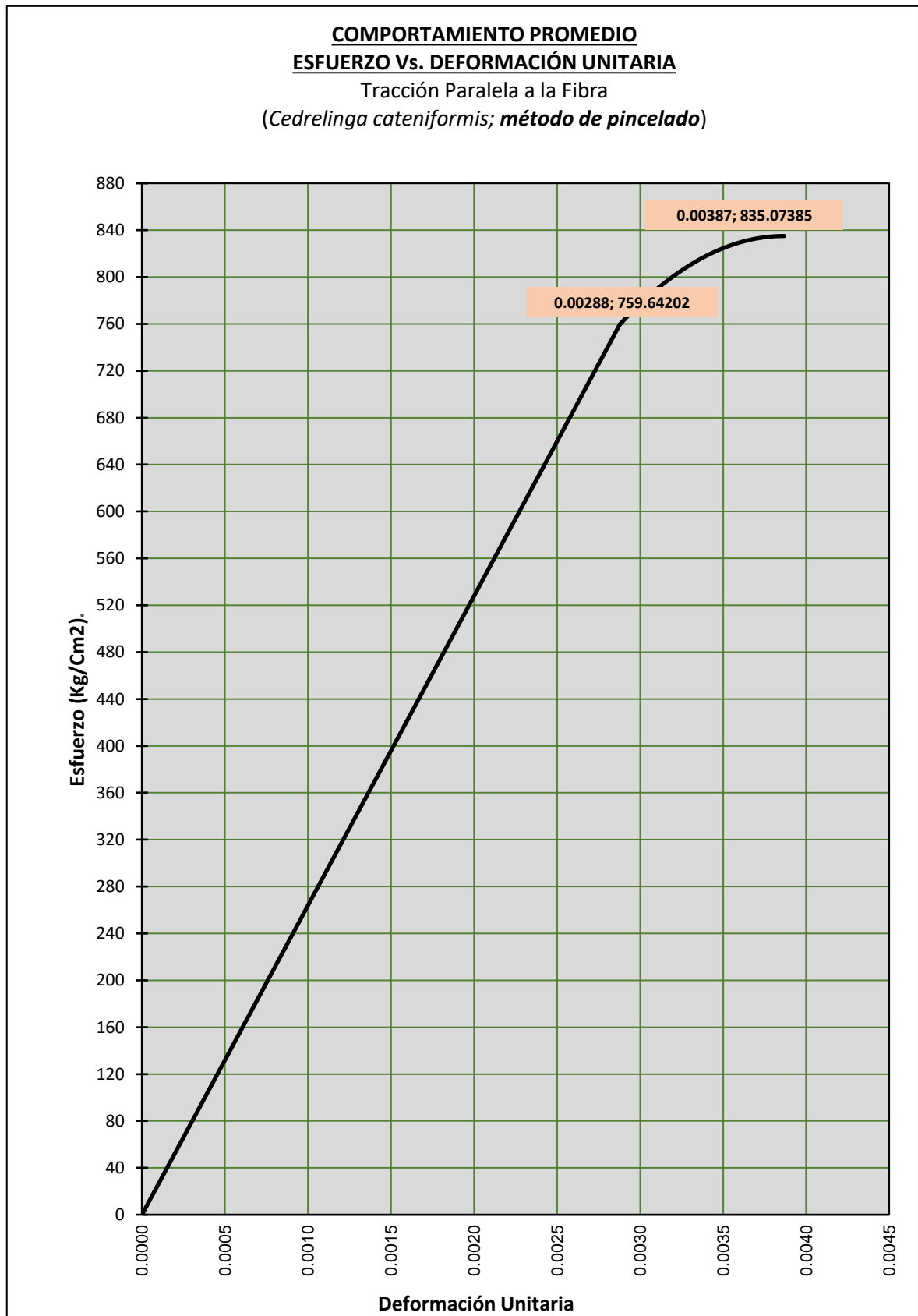


Figura 93

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “tracción paralela a la fibra”, método de pincelado.

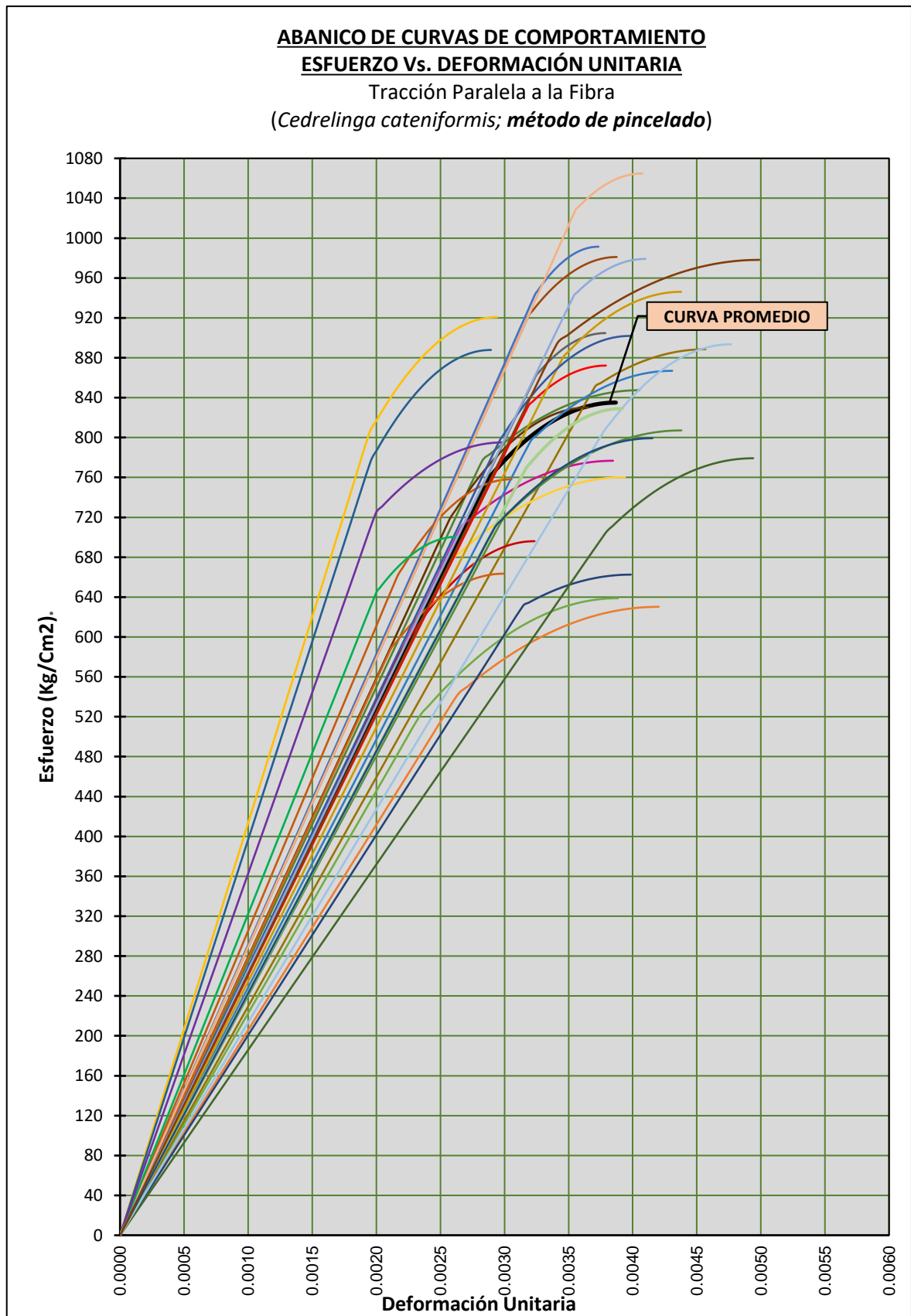


Tabla 168

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-6-1		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-2		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-3		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-4		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00025	65.58871	0.00024	47.55623	0.00040	100.76741	0.00011	37.35238	0.00023	68.45677
3	0.00049	131.17743	0.00048	95.11245	0.00080	201.53482	0.00022	74.70477	0.00046	136.91354
4	0.00074	196.76614	0.00072	142.66868	0.00120	302.30223	0.00034	112.05715	0.00069	205.37031
5	0.00098	262.35485	0.00097	190.22490	0.00160	403.06965	0.00045	149.40953	0.00092	273.82708
6	0.00123	327.94357	0.00121	237.78113	0.00200	503.83706	0.00056	186.76192	0.00115	342.28385
7	0.00147	393.53228	0.00145	285.33736	0.00239	604.60447	0.00067	224.11430	0.00138	410.74062
8	0.00172	459.12100	0.00169	332.89358	0.00279	705.37188	0.00079	261.46668	0.00160	479.19739
9	0.00197	524.70971	0.00193	380.44981	0.00319	806.13929	0.00090	298.81907	0.00183	547.65416
10	0.00221	590.29842	0.00217	428.00603	0.00359	906.90670	0.00101	336.17145	0.00206	616.11093
11	0.00246	655.89010	0.00241	475.55889	0.00399	1007.68223	0.00112	373.52385	0.00229	684.57827
12	0.00254	667.56412	0.00252	490.87320	0.00406	1020.98052	0.00119	390.37935	0.00235	694.38580
13	0.00262	678.64103	0.00262	505.39970	0.00412	1033.60302	0.00125	406.37050	0.00241	703.69605
14	0.00270	689.11922	0.00273	519.14097	0.00419	1045.54321	0.00131	421.49728	0.00247	712.50307
15	0.00279	698.99869	0.00283	532.09703	0.00426	1056.80110	0.00137	435.75969	0.00253	720.80684
16	0.00287	708.27944	0.00293	544.26786	0.00433	1067.37668	0.00143	449.15774	0.00259	728.60737
17	0.00295	716.96147	0.00304	555.65347	0.00439	1077.26996	0.00150	461.69142	0.00265	735.90466
18	0.00303	725.04479	0.00314	566.25385	0.00446	1086.48093	0.00156	473.36073	0.00271	742.69870
19	0.00312	732.52938	0.00325	576.06901	0.00453	1095.00959	0.00162	484.16567	0.00277	748.98951
20	0.00320	739.41525	0.00335	585.09895	0.00460	1102.85595	0.00168	494.10625	0.00283	754.77707
21	0.00328	745.70240	0.00345	593.34367	0.00466	1110.02001	0.00175	503.18246	0.00289	760.06140
22	0.00336	751.39084	0.00356	600.80316	0.00473	1116.50175	0.00181	511.39430	0.00295	764.84248
23	0.00345	756.48055	0.00366	607.47743	0.00480	1122.30119	0.00187	518.74178	0.00301	769.12031
24	0.00353	760.97154	0.00377	613.36648	0.00486	1127.41833	0.00193	525.22488	0.00307	772.89491
25	0.00361	764.86382	0.00387	618.47031	0.00493	1131.85316	0.00200	530.84362	0.00313	776.16627
26	0.00369	768.15737	0.00398	622.78891	0.00500	1135.60568	0.00206	535.59799	0.00319	778.93438
27	0.00377	770.85220	0.00408	626.32229	0.00507	1138.67590	0.00212	539.48800	0.00325	781.19925
28	0.00386	772.94832	0.00418	629.07045	0.00513	1141.06381	0.00218	542.51363	0.00331	782.96088
29	0.00394	774.44571	0.00429	631.03338	0.00520	1142.76942	0.00225	544.67490	0.00337	784.21927
30	0.00402	775.34439	0.00439	632.21109	0.00527	1143.79272	0.00231	545.97181	0.00343	784.97442
31	0.00410	775.64434	0.00450	632.60358	0.00533	1144.13372	0.00237	546.40434	0.00349	785.22633

Tabla 169

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-6-6		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-7		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-8		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-9		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00025	61.66893	0.00032	68.08910	0.00026	63.13956	0.00022	58.12708	0.00029	65.26115
3	0.00049	123.33787	0.00064	136.17821	0.00052	126.27911	0.00043	116.25416	0.00058	130.52230
4	0.00074	185.00680	0.00096	204.26731	0.00079	189.41867	0.00065	174.38124	0.00088	195.78345
5	0.00098	246.67573	0.00129	272.35642	0.00105	252.55823	0.00087	232.50833	0.00117	261.04460
6	0.00123	308.34467	0.00161	340.44552	0.00131	315.69779	0.00109	290.63541	0.00146	326.30574
7	0.00147	370.01360	0.00193	408.53463	0.00157	378.83734	0.00130	348.76249	0.00175	391.56689
8	0.00172	431.68253	0.00225	476.62373	0.00183	441.97690	0.00152	406.88957	0.00204	456.82804
9	0.00197	493.35147	0.00257	544.71284	0.00210	505.11646	0.00174	465.01665	0.00233	522.08919
10	0.00221	555.02040	0.00289	612.80194	0.00236	568.25601	0.00196	523.14373	0.00263	587.35034
11	0.00246	616.68523	0.00321	680.88768	0.00262	631.40422	0.00217	581.28074	0.00292	652.62665
12	0.00252	629.45534	0.00323	682.52684	0.00268	642.58801	0.00223	589.47715	0.00295	655.68358
13	0.00258	641.56726	0.00325	684.08074	0.00273	653.20518	0.00228	597.25886	0.00297	658.59113
14	0.00264	653.02447	0.00328	685.55063	0.00279	663.24842	0.00233	604.61993	0.00300	661.34152
15	0.00270	663.82696	0.00330	686.93653	0.00285	672.71773	0.00238	611.56034	0.00303	663.93477
16	0.00277	673.97473	0.00332	688.23843	0.00290	681.61312	0.00244	618.08011	0.00305	666.37087
17	0.00283	683.46780	0.00334	689.45633	0.00296	689.93458	0.00249	624.17924	0.00308	668.64981
18	0.00289	692.30614	0.00336	690.59024	0.00302	697.68211	0.00254	629.85771	0.00311	670.77160
19	0.00295	700.48977	0.00338	691.64014	0.00307	704.85571	0.00259	635.11553	0.00314	672.73624
20	0.00301	708.01869	0.00340	692.60605	0.00313	711.45538	0.00265	639.95271	0.00316	674.54374
21	0.00308	714.89288	0.00342	693.48797	0.00318	717.48113	0.00270	644.36924	0.00319	676.19408
22	0.00314	721.11237	0.00344	694.28588	0.00324	722.93294	0.00275	648.36512	0.00322	677.68726
23	0.00320	726.67714	0.00346	694.99980	0.00330	727.81083	0.00280	651.94035	0.00325	679.02330
24	0.00326	731.58719	0.00348	695.62971	0.00335	732.11479	0.00285	655.09494	0.00327	680.20219
25	0.00332	735.84253	0.00350	696.17564	0.00341	735.84482	0.00291	657.82887	0.00330	681.22393
26	0.00338	739.44315	0.00353	696.63756	0.00347	739.00093	0.00296	660.14216	0.00333	682.08851
27	0.00345	742.38905	0.00355	697.01548	0.00352	741.58310	0.00301	662.03480	0.00336	682.79595
28	0.00351	744.68025	0.00357	697.30941	0.00358	743.59135	0.00306	663.50679	0.00338	683.34623
29	0.00357	746.31672	0.00359	697.51934	0.00363	745.02567	0.00312	664.55814	0.00341	683.73936
30	0.00363	747.29848	0.00361	697.64528	0.00369	745.88606	0.00317	665.18883	0.00344	683.97534
31	0.00369	747.62553	0.00363	697.68721	0.00375	746.17252	0.00322	665.39888	0.00347	684.05417

Tabla 170

Tabulación general ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-6-11		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-12		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-13		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-14		CÓDIGO DE PROB. I-2-6-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00036	96.84639	0.00027	97.53093	0.00038	87.43572	0.00034	85.59540	0.00039	96.70235
3	0.00073	193.69277	0.00053	195.06185	0.00077	174.87144	0.00067	171.19079	0.00077	193.40471
4	0.00109	290.53916	0.00080	292.59278	0.00115	262.30715	0.00101	256.78619	0.00116	290.10706
5	0.00145	387.38555	0.00107	390.12370	0.00154	349.74287	0.00135	342.38159	0.00155	386.80942
6	0.00181	484.23193	0.00134	487.65463	0.00192	437.17859	0.00169	427.97698	0.00193	483.51177
7	0.00218	581.07832	0.00160	585.18555	0.00230	524.61431	0.00202	513.57238	0.00232	580.21413
8	0.00254	677.92471	0.00187	682.71648	0.00269	612.05002	0.00236	599.16777	0.00271	676.91648
9	0.00290	774.77109	0.00214	780.24741	0.00307	699.48574	0.00270	684.76317	0.00309	773.61884
10	0.00327	871.61748	0.00241	877.77833	0.00346	786.92146	0.00304	770.35857	0.00348	870.32119
11	0.00363	968.45217	0.00267	975.34523	0.00384	874.36251	0.00337	855.95556	0.00387	967.01811
12	0.00367	976.19007	0.00273	988.46560	0.00387	877.90101	0.00348	880.81795	0.00396	984.47714
13	0.00371	983.52311	0.00278	1000.93775	0.00390	881.26058	0.00359	904.40676	0.00405	1001.03680
14	0.00375	990.45977	0.00283	1012.73574	0.00394	884.43855	0.00369	926.72048	0.00414	1016.70134
15	0.00379	997.00006	0.00288	1023.85957	0.00397	887.43492	0.00380	947.75911	0.00423	1031.47076
16	0.00383	1003.14397	0.00293	1034.30924	0.00400	890.24969	0.00391	967.52264	0.00432	1045.34507
17	0.00388	1008.89150	0.00298	1044.08475	0.00403	892.88286	0.00401	986.01109	0.00441	1058.32426
18	0.00392	1014.24265	0.00303	1053.18610	0.00406	895.33443	0.00412	1003.22445	0.00450	1070.40833
19	0.00396	1019.19742	0.00309	1061.61329	0.00409	897.60440	0.00423	1019.16271	0.00460	1081.59729
20	0.00400	1023.75582	0.00314	1069.36631	0.00413	899.69277	0.00433	1033.82589	0.00469	1091.89113
21	0.00404	1027.91783	0.00319	1076.44518	0.00416	901.59954	0.00444	1047.21398	0.00478	1101.28985
22	0.00408	1031.68347	0.00324	1082.84989	0.00419	903.32471	0.00455	1059.32697	0.00487	1109.79345
23	0.00412	1035.05273	0.00329	1088.58043	0.00422	904.86828	0.00465	1070.16488	0.00496	1117.40194
24	0.00416	1038.02561	0.00334	1093.63682	0.00425	906.23025	0.00476	1079.72769	0.00505	1124.11531
25	0.00420	1040.60212	0.00339	1098.01904	0.00429	907.41062	0.00487	1088.01541	0.00514	1129.93356
26	0.00424	1042.78224	0.00344	1101.72710	0.00432	908.40938	0.00497	1095.02805	0.00524	1134.85670
27	0.00429	1044.56599	0.00350	1104.76100	0.00435	909.22655	0.00508	1100.76559	0.00533	1138.88472
28	0.00433	1045.95335	0.00355	1107.12075	0.00438	909.86212	0.00519	1105.22804	0.00542	1142.01762
29	0.00437	1046.94434	0.00360	1108.80633	0.00441	910.31609	0.00529	1108.41540	0.00551	1144.25540
30	0.00441	1047.53895	0.00365	1109.81775	0.00445	910.58846	0.00540	1110.32768	0.00560	1145.59807
31	0.00445	1047.73719	0.00370	1110.15501	0.00448	910.67923	0.00551	1110.96486	0.00569	1146.04562

Tabla 171

Tabulación general ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-6-1		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-2		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-3		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-4		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00024	66.92758	0.00031	47.22294	0.00031	82.63739	0.00028	86.52241	0.00027	74.47416
3	0.00048	133.85516	0.00063	94.44589	0.00063	165.27478	0.00055	173.04482	0.00055	148.94832
4	0.00073	200.78274	0.00094	141.66883	0.00094	247.91217	0.00083	259.56723	0.00082	223.42249
5	0.00097	267.71031	0.00126	188.89177	0.00126	330.54955	0.00111	346.08964	0.00109	297.89665
6	0.00121	334.63789	0.00157	236.11472	0.00157	413.18694	0.00138	432.61205	0.00136	372.37081
7	0.00145	401.56547	0.00188	283.33766	0.00189	495.82433	0.00166	519.13446	0.00164	446.84497
8	0.00170	468.49305	0.00220	330.56060	0.00220	578.46172	0.00194	605.65687	0.00191	521.31914
9	0.00194	535.42063	0.00251	377.78355	0.00252	661.09911	0.00221	692.17928	0.00218	595.79330
10	0.00218	602.34821	0.00283	425.00649	0.00283	743.73650	0.00249	778.70169	0.00246	670.26746
11	0.00242	669.27978	0.00314	472.22642	0.00315	826.36931	0.00276	865.22506	0.00273	744.74599
12	0.00247	677.81780	0.00317	475.31669	0.00320	833.74666	0.00283	874.28561	0.00281	753.82154
13	0.00251	685.92074	0.00320	478.24655	0.00325	840.74327	0.00289	882.88194	0.00290	762.43338
14	0.00255	693.58565	0.00323	481.01803	0.00330	847.36168	0.00295	891.01361	0.00298	770.57971
15	0.00260	700.81256	0.00327	483.63112	0.00336	853.60187	0.00301	898.68061	0.00306	778.26053
16	0.00264	707.60144	0.00330	486.08583	0.00341	859.46386	0.00308	905.88295	0.00314	785.47584
17	0.00268	713.95231	0.00333	488.38215	0.00346	864.94763	0.00314	912.62062	0.00323	792.22565
18	0.00273	719.86517	0.00336	490.52009	0.00351	870.05320	0.00320	918.89363	0.00331	798.50994
19	0.00277	725.34001	0.00339	492.49964	0.00356	874.78056	0.00326	924.70198	0.00339	804.32873
20	0.00281	730.37684	0.00342	494.32081	0.00362	879.12971	0.00333	930.04566	0.00348	809.68201
21	0.00286	734.97564	0.00345	495.98359	0.00367	883.10065	0.00339	934.92468	0.00356	814.56978
22	0.00290	739.13644	0.00348	497.48799	0.00372	886.69338	0.00345	939.33903	0.00364	818.99205
23	0.00294	742.85922	0.00352	498.83401	0.00377	889.90790	0.00351	943.28872	0.00373	822.94880
24	0.00299	746.14398	0.00355	500.02164	0.00383	892.74421	0.00358	946.77374	0.00381	826.44005
25	0.00303	748.99073	0.00358	501.05089	0.00388	895.20231	0.00364	949.79410	0.00389	829.46579
26	0.00307	751.39946	0.00361	501.92175	0.00393	897.28221	0.00370	952.34979	0.00398	832.02603
27	0.00312	753.37018	0.00364	502.63423	0.00398	898.98389	0.00376	954.44082	0.00406	834.12075
28	0.00316	754.90288	0.00367	503.18832	0.00403	900.30737	0.00382	956.06718	0.00414	835.74997
29	0.00320	755.99756	0.00370	503.58403	0.00409	901.25263	0.00389	957.22889	0.00422	836.91367
30	0.00325	756.65424	0.00373	503.82136	0.00414	901.81969	0.00395	957.92592	0.00431	837.61187
31	0.00329	756.87289	0.00377	503.90030	0.00419	902.00854	0.00401	958.15829	0.00439	837.84457

Tabla 172

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-6-6		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-7		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-8		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-9		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00011	41.23275	0.00017	49.80992	0.00020	72.19744	0.00026	65.41916	0.00038	69.87444
3	0.00023	82.46551	0.00034	99.61983	0.00040	144.39487	0.00052	130.83832	0.00075	139.74889
4	0.00034	123.69826	0.00051	149.42975	0.00060	216.59231	0.00078	196.25748	0.00113	209.62333
5	0.00045	164.93101	0.00068	199.23966	0.00080	288.78974	0.00104	261.67664	0.00150	279.49777
6	0.00056	206.16377	0.00085	249.04958	0.00100	360.98718	0.00130	327.09579	0.00188	349.37222
7	0.00068	247.39652	0.00103	298.85950	0.00120	433.18461	0.00156	392.51495	0.00226	419.24666
8	0.00079	288.62927	0.00120	348.66941	0.00140	505.38205	0.00182	457.93411	0.00263	489.12110
9	0.00090	329.86203	0.00137	398.47933	0.00160	577.57949	0.00208	523.35327	0.00301	558.99555
10	0.00102	371.09478	0.00154	448.28924	0.00180	649.77692	0.00234	588.77243	0.00339	628.86999
11	0.00113	412.34409	0.00171	498.09995	0.00200	721.97795	0.00260	654.19404	0.00376	698.73435
12	0.00120	420.57091	0.00176	505.52080	0.00206	732.32297	0.00269	672.91964	0.00383	706.19101
13	0.00127	428.38095	0.00180	512.56152	0.00211	742.13927	0.00279	690.68682	0.00390	713.25969
14	0.00134	435.76881	0.00185	519.22167	0.00217	751.42498	0.00288	707.49361	0.00397	719.94627
15	0.00141	442.73449	0.00190	525.50125	0.00222	760.18008	0.00298	723.34001	0.00404	726.25076
16	0.00148	449.27799	0.00194	531.40027	0.00228	768.40459	0.00307	738.22602	0.00411	732.17316
17	0.00156	455.39931	0.00199	536.91871	0.00234	776.09851	0.00317	752.15164	0.00419	737.71346
18	0.00163	461.09845	0.00204	542.05659	0.00239	783.26182	0.00326	765.11687	0.00426	742.87167
19	0.00170	466.37541	0.00208	546.81390	0.00245	789.89454	0.00336	777.12171	0.00433	747.64778
20	0.00177	471.23019	0.00213	551.19064	0.00250	795.99665	0.00345	788.16616	0.00440	752.04180
21	0.00184	475.66279	0.00218	555.18681	0.00256	801.56818	0.00355	798.25022	0.00447	756.05373
22	0.00191	479.67322	0.00223	558.80242	0.00262	806.60910	0.00364	807.37389	0.00454	759.68357
23	0.00198	483.26146	0.00227	562.03746	0.00267	811.11942	0.00374	815.53717	0.00461	762.93131
24	0.00205	486.42753	0.00232	564.89193	0.00273	815.09915	0.00383	822.74006	0.00468	765.79696
25	0.00212	489.17142	0.00237	567.36583	0.00278	818.54828	0.00393	828.98256	0.00475	768.28051
26	0.00219	491.49313	0.00241	569.45916	0.00284	821.46682	0.00402	834.26467	0.00482	770.38197
27	0.00226	493.39265	0.00246	571.17192	0.00290	823.85475	0.00412	838.58638	0.00489	772.10133
28	0.00234	494.87000	0.00251	572.50412	0.00295	825.71209	0.00421	841.94771	0.00496	773.43861
29	0.00241	495.92517	0.00256	573.45575	0.00301	827.03883	0.00431	844.34865	0.00503	774.39379
30	0.00248	496.55817	0.00260	574.02681	0.00307	827.83497	0.00440	845.78920	0.00510	774.96687
31	0.00255	496.76898	0.00265	574.21730	0.00312	828.10051	0.00450	846.26935	0.00517	775.15786

Tabla 173

Tabulación general, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-6-11		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-12		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-13		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-14		CÓDIGO DE PROB. II-2-6-15		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00036	59.79052	0.00026	75.61591	0.00015	35.92333	0.00024	47.58780	0.00022	36.27529	0.00027	67.05431
3	0.00071	119.58105	0.00051	151.23183	0.00029	71.84666	0.00048	95.17561	0.00044	72.55057	0.00054	134.10861
4	0.00107	179.37157	0.00077	226.84774	0.00044	107.76999	0.00073	142.76341	0.00066	108.82586	0.00081	201.16292
5	0.00143	239.16209	0.00102	302.46366	0.00059	143.69333	0.00097	190.35122	0.00087	145.10115	0.00108	268.21722
6	0.00179	298.95261	0.00128	378.07957	0.00074	179.61666	0.00121	237.93902	0.00109	181.37644	0.00134	335.27153
7	0.00214	358.74314	0.00153	453.69549	0.00088	215.53999	0.00145	285.52683	0.00131	217.65172	0.00161	402.32583
8	0.00250	418.53366	0.00179	529.31140	0.00103	251.46332	0.00169	333.11463	0.00153	253.92701	0.00188	469.38014
9	0.00286	478.32418	0.00204	604.92732	0.00118	287.38665	0.00193	380.70244	0.00175	290.20230	0.00215	536.43444
10	0.00322	538.11471	0.00230	680.54323	0.00132	323.30998	0.00218	428.29024	0.00197	326.47759	0.00242	603.48875
11	0.00357	597.89664	0.00256	756.14426	0.00147	359.23999	0.00242	475.88077	0.00218	362.74934	0.00269	670.54531
12	0.00360	598.75050	0.00264	768.86458	0.00153	366.92946	0.00248	485.90350	0.00224	370.00572	0.00275	680.49111
13	0.00362	599.55868	0.00272	780.92515	0.00158	374.22831	0.00255	495.41429	0.00229	376.88726	0.00281	689.92821
14	0.00364	600.32318	0.00281	792.33381	0.00164	381.13262	0.00262	504.41098	0.00235	383.39684	0.00287	698.85520
15	0.00366	601.04400	0.00289	803.09054	0.00169	387.64239	0.00268	512.89357	0.00240	389.53445	0.00293	707.27208
16	0.00369	601.72113	0.00297	813.19535	0.00175	393.75761	0.00275	520.86206	0.00246	395.30010	0.00299	715.17884
17	0.00371	602.35459	0.00306	822.64823	0.00180	399.47829	0.00282	528.31646	0.00252	400.69379	0.00305	722.57548
18	0.00373	602.94436	0.00314	831.44920	0.00186	404.80443	0.00288	535.25676	0.00257	405.71551	0.00311	729.46201
19	0.00375	603.49045	0.00323	839.59824	0.00191	409.73603	0.00295	541.68296	0.00263	410.36526	0.00317	735.83843
20	0.00378	603.99287	0.00331	847.09536	0.00197	414.27308	0.00302	547.59506	0.00268	414.64305	0.00323	741.70473
21	0.00380	604.45160	0.00339	853.94055	0.00202	418.41560	0.00308	552.99307	0.00274	418.54888	0.00329	747.06091
22	0.00382	604.86665	0.00348	860.13383	0.00208	422.16357	0.00315	557.87698	0.00279	422.08274	0.00335	751.90698
23	0.00384	605.23801	0.00356	865.67518	0.00213	425.51700	0.00321	562.24680	0.00285	425.24463	0.00341	756.24293
24	0.00387	605.56570	0.00365	870.56461	0.00219	428.47589	0.00328	566.10251	0.00290	428.03456	0.00347	760.06877
25	0.00389	605.84970	0.00373	874.80212	0.00224	431.04024	0.00335	569.44413	0.00296	430.45253	0.00353	763.38449
26	0.00391	606.09003	0.00381	878.38770	0.00230	433.21004	0.00341	572.27165	0.00301	432.49853	0.00359	766.19010
27	0.00393	606.28667	0.00390	881.32137	0.00235	434.98531	0.00348	574.58508	0.00307	434.17257	0.00365	768.48559
28	0.00396	606.43963	0.00398	883.60311	0.00241	436.36603	0.00355	576.38441	0.00312	435.47464	0.00371	770.27097
29	0.00398	606.54891	0.00407	885.23293	0.00246	437.35221	0.00361	577.66964	0.00318	436.40475	0.00378	771.54623
30	0.00400	606.61451	0.00415	886.21082	0.00252	437.94385	0.00368	578.44077	0.00323	436.96289	0.00384	772.31138
31	0.00402	606.63643	0.00423	886.53680	0.00257	438.14095	0.00374	578.69781	0.00329	437.14907	0.00390	772.56641

Figura 94

Ajuste, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, método de inmersión.

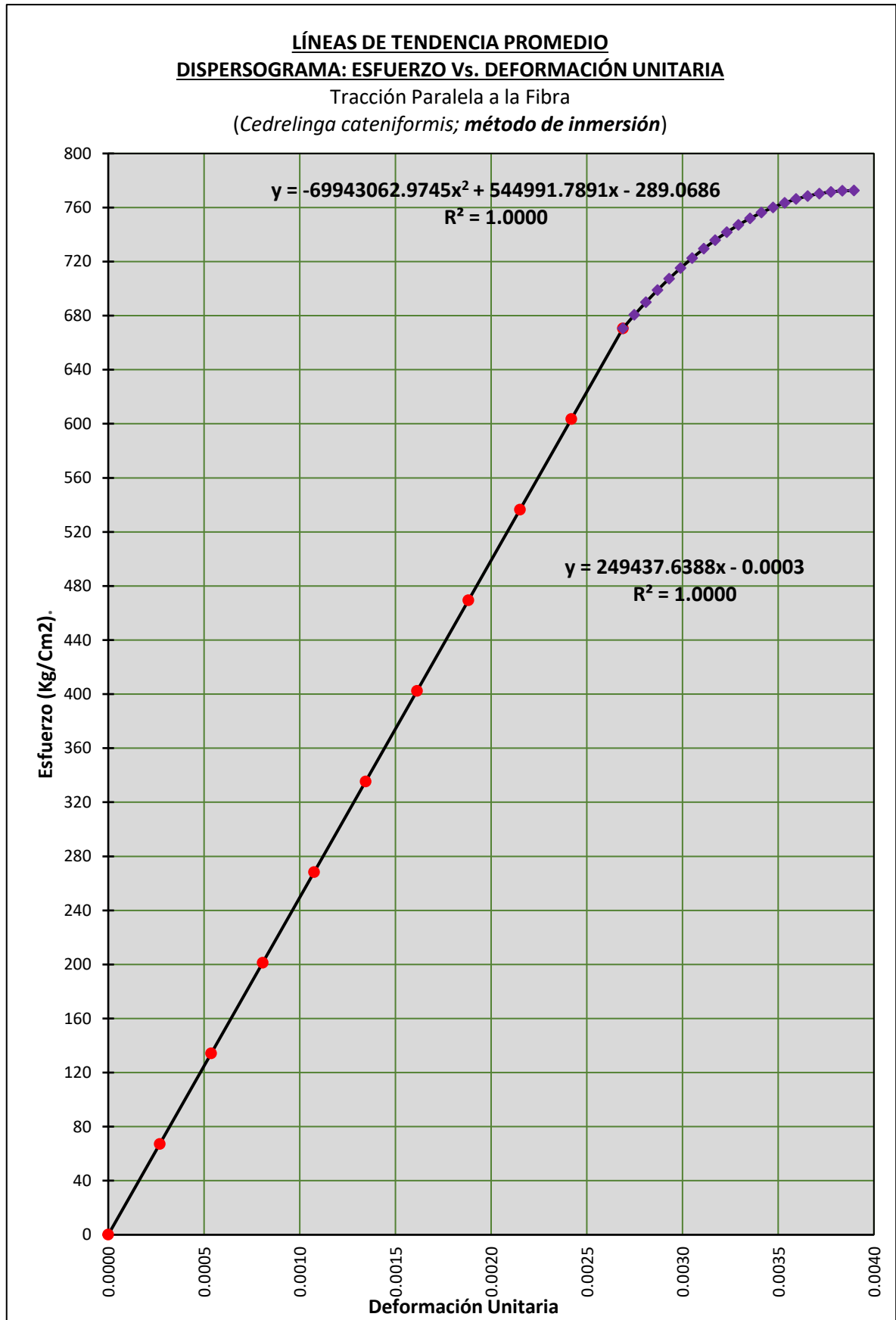


Tabla 174

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, de la madera Cedrelinga cateniformis (método de inmersión).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 249437.6388x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para tracción paralela a la fibra, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = -69943062.9745x^2 + 544991.6209x - 289.06795$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00269, 670.54562)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.00390, 772.56652)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00027	67.05431
0.00054	134.10861
0.00081	201.16292
0.00108	268.21722
0.00134	335.27153
0.00161	402.32583
0.00188	469.38014
0.00215	536.43444
0.00242	603.48875
0.00269	670.54531
0.00275	680.49110
0.00281	689.92821
0.00287	698.8552
0.00293	707.27208
0.00299	715.17884
0.00305	722.57548
0.00311	729.46201
0.00317	735.83843
0.00323	741.70473
0.00329	747.06091
0.00335	751.90698
0.00341	756.24293
0.00347	760.06877
0.00353	763.38449
0.00359	766.19010
0.00365	768.48559
0.00371	770.27097
0.00378	771.54623
0.00384	772.31138
0.00390	772.56641

Figura 95

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “tracción paralela a la fibra”, método de inmersión.

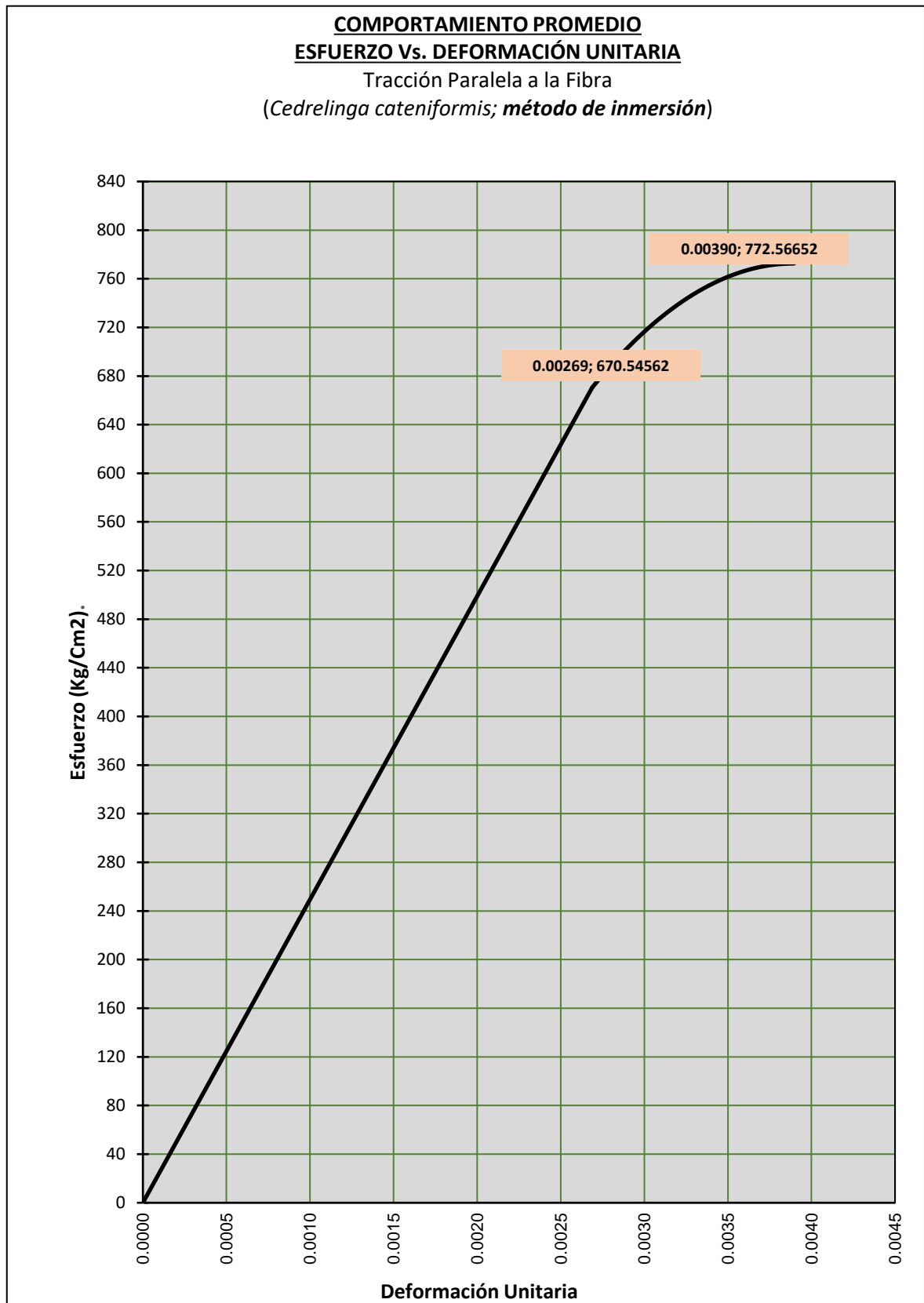
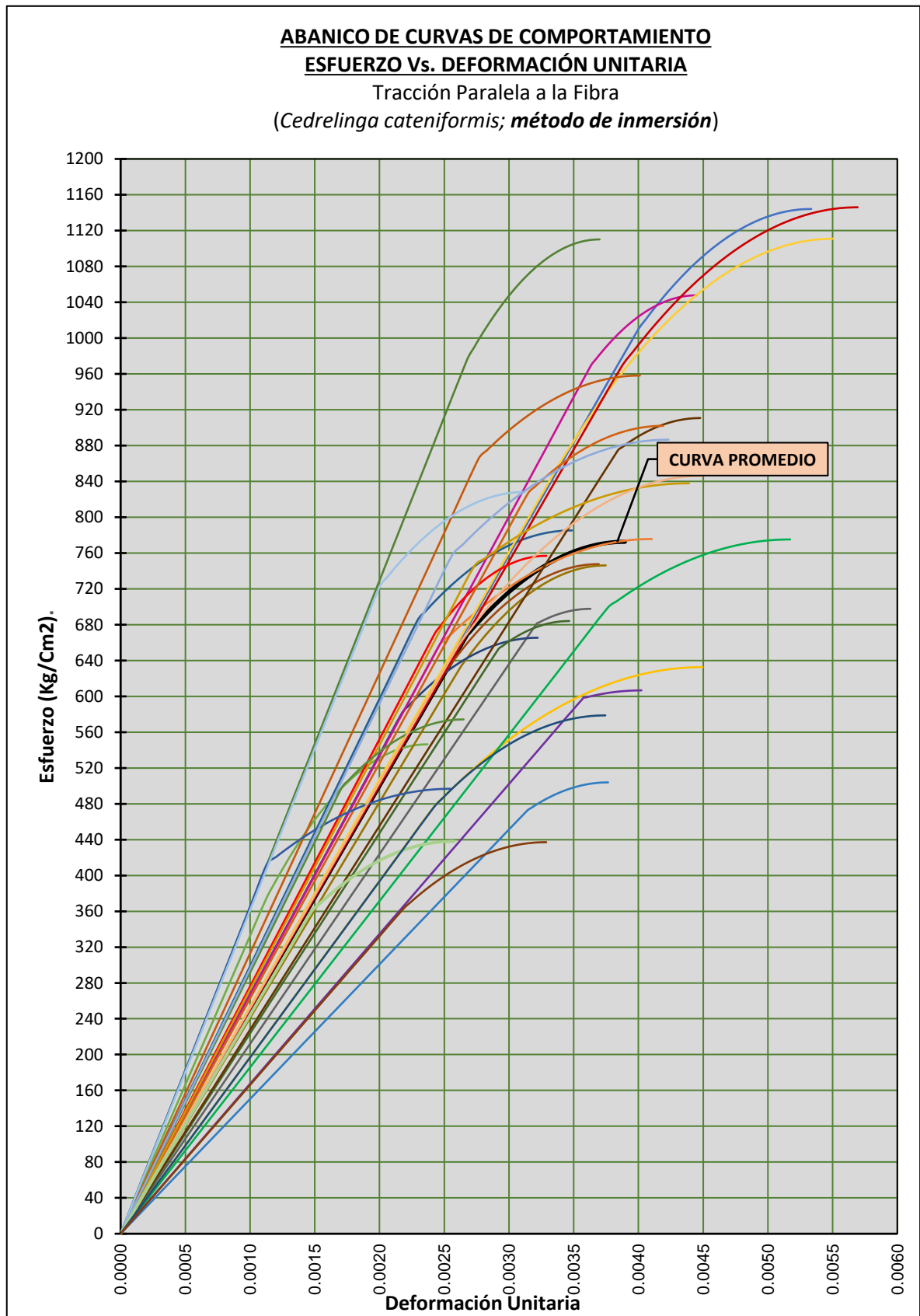


Figura 96

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “tracción paralela a la fibra”, método de inmersión.



b.4. Procesamiento de datos: flexión estática

b.4.1. Tratamiento estadístico: flexión estática

Tabla 175

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del método de pincelado.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE= $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2.00 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
				Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)	Def. Unit.	Esfuerzo (Kg/ Cm2)		
				"X"	"Y"	"X"	"Y"		
1	I-1-7-1	14.91	0.45	0.00405	386.41327	0.01062	559.55251	95502.649	175
2	I-1-7-2	23.38	0.48	0.00342	324.77771	0.01083	588.52949	94928.159	184
3	I-1-7-3	24.89	0.52	0.00470	352.77265	0.01266	595.35062	75069.191	186
4	I-1-7-4	27.92	0.52	0.00457	320.33357	0.01395	538.41777	70110.675	169
5	I-1-7-5	24.18	0.50	0.00485	405.78102	0.01177	584.96506	83645.494	183
6	I-1-7-6	25.17	0.46	0.00349	321.78169	0.00962	516.89921	92312.149	162
7	I-1-7-7	30.10	0.49	0.00384	311.65194	0.01400	604.89104	81188.960	189
8	I-1-7-8	22.06	0.50	0.00423	378.14985	0.01085	562.89661	89469.041	176
9	I-1-7-9	23.69	0.50	0.00399	373.77669	0.01037	576.63154	93779.434	181
10	I-1-7-10	29.66	0.46	0.00567	365.23997	0.01396	566.75879	64438.950	177
11	I-1-7-11	32.14	0.46	0.00390	371.96074	0.01091	580.70920	95452.869	182
12	I-1-7-12	26.96	0.49	0.00394	368.49694	0.00808	510.66977	93555.636	160
13	I-1-7-13	24.49	0.49	0.00381	385.37989	0.00979	587.94784	101178.789	184
14	I-1-7-14	30.08	0.47	0.00415	403.25205	0.00984	595.22935	97152.781	186
15	I-1-7-15	29.10	0.56	0.00408	386.67575	0.01081	606.78102	94799.027	190
16	II-1-7-1	24.55	0.49	0.00423	370.45499	0.01247	575.48159	87495.274	180
17	II-1-7-2	30.79	0.49	0.00378	355.11081	0.01131	585.11075	93952.115	183
18	II-1-7-3	25.03	0.46	0.00460	417.17571	0.01192	582.20911	90739.687	182
19	II-1-7-4	30.57	0.46	0.00427	398.64524	0.01056	618.95271	93278.714	194
20	II-1-7-5	39.85	0.51	0.00413	379.82653	0.01090	588.36935	92007.783	184
21	II-1-7-6	35.52	0.51	0.00391	388.99830	0.01071	637.33794	99592.488	200
22	II-1-7-7	35.99	0.50	0.00394	328.42662	0.01070	530.53239	83323.173	166
23	II-1-7-8	35.36	0.52	0.00361	346.65999	0.01130	509.38704	96078.266	159
24	II-1-7-9	33.12	0.46	0.00377	374.18768	0.01068	569.74445	99230.338	178
25	II-1-7-10	32.33	0.60	0.00448	416.36568	0.01305	664.80522	92990.660	208
26	II-1-7-11	37.07	0.53	0.00383	300.00053	0.00932	393.18312	78320.940	123
27	II-1-7-12	28.32	0.48	0.00384	364.83322	0.01211	582.59684	95077.979	182
28	II-1-7-13	27.80	0.48	0.00411	362.01081	0.01222	577.04971	88082.632	181
29	II-1-7-14	28.47	0.50	0.00396	372.09031	0.01127	628.11748	94007.304	197
30	II-1-7-15	18.79	0.49	0.00470	488.62328	0.01249	772.92785	104022.157	242
	M(X)	28.410	0.494	0.00413	370.66178	0.01130	579.73451	90359.444	181.482
	S(D)	5.508	0.032	0.000	37.617	0.001	60.881	9069.615	19.058
	CV%	19.388	6.478	11.155	10.149	12.365	10.501	10.037	10.501
	Límite de exclusión del 5%			0.00349	312	0.00932	509	70111	159

Tabla 176

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del método de inmersión.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	PUNTO EN EL LÍMITE PROPORCIONAL		PUNTO DE ROTURA		MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg./Cm2) MOE= $\frac{\sigma_{LP}}{Def. Unit.}$	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2) F.C.=0.8; F.T.=0.9; F.S.=2.00 F.D.C.=1.15 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)_x (F.T.)}{(F.S.)_x (F.D.C.)} X \sigma_R$
				Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"	Def. Unit. "X"	Esfuerzo (Kg/ Cm2) "Y"		
1	I-1-7-1	14.91	0.54	0.00319	354.16297	0.01054	708.77687	111078.588	222
2	I-1-7-2	23.38	0.48	0.00415	419.74429	0.01181	700.85566	101135.891	219
3	I-1-7-3	24.89	0.50	0.00696	707.81895	0.01207	888.61607	101705.431	278
4	I-1-7-4	27.92	0.47	0.00376	381.07093	0.01004	670.58406	101370.220	210
5	I-1-7-5	24.18	0.51	0.00366	425.34541	0.00979	666.07004	116265.419	209
6	I-1-7-6	25.17	0.46	0.00378	385.88841	0.01045	631.28093	102124.705	198
7	I-1-7-7	30.10	0.49	0.00394	430.22102	0.00972	658.38205	109176.526	206
8	I-1-7-8	22.06	0.55	0.00405	394.28967	0.01078	658.44108	97336.247	206
9	I-1-7-9	23.69	0.51	0.00412	414.52432	0.01031	618.19037	100720.264	194
10	I-1-7-10	29.66	0.43	0.00310	233.00051	0.01257	564.03511	75091.208	177
11	I-1-7-11	32.14	0.52	0.00442	434.76544	0.01059	655.02749	98427.801	205
12	I-1-7-12	26.96	0.52	0.00413	453.37461	0.00909	692.30396	109789.226	217
13	I-1-7-13	24.49	0.52	0.00500	502.67720	0.01379	721.63146	100471.138	226
14	I-1-7-14	30.08	0.47	0.00550	489.03959	0.01364	684.60146	88958.342	214
15	I-1-7-15	29.10	0.45	0.00522	493.82064	0.01337	700.47714	94579.913	219
16	II-1-7-1	24.55	0.54	0.00424	414.60853	0.01090	655.52856	97849.648	205
17	II-1-7-2	30.79	0.52	0.00500	502.67721	0.01379	721.63146	100471.140	226
18	II-1-7-3	25.03	0.41	0.00432	428.31471	0.00791	589.26962	99182.969	184
19	II-1-7-4	30.57	0.41	0.00423	284.63887	0.01192	476.79048	67365.363	149
20	II-1-7-5	39.85	0.51	0.00341	359.20665	0.01039	563.19879	105317.883	176
21	II-1-7-6	35.52	0.40	0.00351	182.77945	0.01080	351.11425	52099.151	110
22	II-1-7-7	35.99	0.48	0.00491	449.64168	0.00925	621.50433	91576.157	195
23	II-1-7-8	35.36	0.48	0.00520	554.95571	0.01384	779.43355	106761.055	244
24	II-1-7-9	33.12	0.49	0.00632	597.76336	0.01190	758.33038	94548.402	237
25	II-1-7-10	32.33	0.49	0.00464	484.14673	0.01251	749.10873	104321.733	235
26	II-1-7-11	37.07	0.45	0.00475	539.32662	0.01013	742.48472	113456.458	232
27	II-1-7-12	28.32	0.48	0.00564	594.07726	0.01542	806.59037	105274.984	252
28	II-1-7-13	27.80	0.50	0.00442	426.93599	0.01110	647.56116	96674.967	203
29	II-1-7-14	28.47	0.49	0.00454	449.18323	0.01136	634.00017	98954.295	198
30	II-1-7-15	18.79	0.45	0.00434	404.13326	0.01093	663.76091	93199.866	208
	M(X)	28.410	0.484	0.00448	439.73777	0.01136	665.98604	97842.833	208.483
	S(D)	5.508	0.039	0.001	104.727	0.002	98.951	13190.965	30.976
	CV%	19.388	8.041	19.520	23.816	14.890	14.858	13.482	14.858
	Límite de exclusión del 5%			0.00319	233	0.00909	477	88958	149

b.4.2. Construcción de curvas: flexión estática

Tabla 177

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00040	38.20327	0.00034	32.47736	0.00037	35.26678	0.00046	32.03339	0.00049	40.57789
3	0.00081	76.40653	0.00068	64.95473	0.00075	70.53355	0.00091	64.06677	0.00097	81.15579
4	0.00121	114.60980	0.00103	97.43209	0.00112	105.80033	0.00137	96.10016	0.00146	121.73368
5	0.00162	152.81306	0.00137	129.90946	0.00149	141.06711	0.00183	128.13355	0.00194	162.31158
6	0.00202	191.01633	0.00171	162.38682	0.00187	176.33389	0.00228	160.16694	0.00243	202.88947
7	0.00243	229.21959	0.00205	194.86419	0.00224	211.60066	0.00274	192.20032	0.00291	243.46737
8	0.00283	267.42286	0.00239	227.34155	0.00261	246.86744	0.00320	224.23371	0.00340	284.04526
9	0.00324	305.62613	0.00274	259.81892	0.00298	282.13422	0.00366	256.26710	0.00388	324.62316
10	0.00364	343.82939	0.00308	292.29628	0.00336	317.40099	0.00411	288.30049	0.00437	365.20105
11	0.00405	386.41327	0.00342	324.77771	0.00373	352.44460	0.00457	320.33357	0.00485	405.78102
12	0.00437	403.12863	0.00379	350.48103	0.00418	376.29448	0.00504	341.59710	0.00520	423.25032
13	0.00470	419.16199	0.00416	374.86966	0.00463	398.79941	0.00551	361.76999	0.00554	439.82498
14	0.00503	434.32863	0.00453	397.94054	0.00508	420.08732	0.00598	380.85244	0.00589	455.50372
15	0.00536	448.62855	0.00490	419.69366	0.00553	440.15820	0.00644	398.84447	0.00623	470.28652
16	0.00569	462.06174	0.00527	440.12903	0.00598	459.01206	0.00691	415.74605	0.00658	484.17340
17	0.00602	474.62820	0.00564	459.24665	0.00642	476.64890	0.00738	431.55721	0.00693	497.16434
18	0.00635	486.32794	0.00601	477.04652	0.00687	493.06871	0.00785	446.27793	0.00727	509.25936
19	0.00668	497.16095	0.00638	493.52864	0.00732	508.27149	0.00832	459.90821	0.00762	520.45845
20	0.00701	507.12724	0.00676	508.69301	0.00777	522.25726	0.00879	472.44806	0.00796	530.76161
21	0.00733	516.22680	0.00713	522.53962	0.00822	535.02599	0.00926	483.89748	0.00831	540.16884
22	0.00766	524.45964	0.00750	535.06848	0.00867	546.57771	0.00973	494.25646	0.00865	548.68014
23	0.00799	531.82575	0.00787	546.27960	0.00912	556.91240	0.01020	503.52501	0.00900	556.29552
24	0.00832	538.32513	0.00824	556.17296	0.00957	566.03006	0.01066	511.70312	0.00935	563.01496
25	0.00865	543.95779	0.00861	564.74857	0.01002	573.93070	0.01113	518.79080	0.00969	568.83848
26	0.00898	548.72373	0.00898	572.00643	0.01047	580.61432	0.01160	524.78805	0.01004	573.76606
27	0.00931	552.62293	0.00935	577.94653	0.01091	586.08091	0.01207	529.69486	0.01038	577.79772
28	0.00964	555.65542	0.00972	582.56889	0.01136	590.33048	0.01254	533.51124	0.01073	580.93345
29	0.00997	557.82117	0.01009	585.87350	0.01181	593.36302	0.01301	536.23718	0.01107	583.17325
30	0.01029	559.12020	0.01046	587.86035	0.01226	595.17854	0.01348	537.87269	0.01142	584.51712
31	0.01062	559.55251	0.01083	588.52949	0.01271	595.77708	0.01395	538.41777	0.01177	584.96506

Tabla 178

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00035	32.17790	0.00038	31.16553	0.00042	37.81459	0.00040	37.37726	0.00057	36.52382
3	0.00070	64.35580	0.00077	62.33106	0.00085	75.62917	0.00080	74.75453	0.00113	73.04765
4	0.00105	96.53370	0.00115	93.49659	0.00127	113.44376	0.00120	112.13179	0.00170	109.57147
5	0.00139	128.71160	0.00154	124.66212	0.00169	151.25834	0.00159	149.50906	0.00227	146.09530
6	0.00174	160.88950	0.00192	155.82765	0.00211	189.07293	0.00199	186.88632	0.00283	182.61912
7	0.00209	193.06740	0.00230	186.99318	0.00254	226.88751	0.00239	224.26359	0.00340	219.14295
8	0.00244	225.24530	0.00269	218.15870	0.00296	264.70210	0.00279	261.64085	0.00397	255.66677
9	0.00279	257.42320	0.00307	249.32423	0.00338	302.51668	0.00319	299.01811	0.00453	292.19060
10	0.00314	289.60110	0.00345	280.48976	0.00380	340.33127	0.00359	336.39538	0.00510	328.71442
11	0.00349	321.78169	0.00384	311.65194	0.00423	378.14985	0.00399	373.77669	0.00567	365.23997
12	0.00379	340.80375	0.00435	340.24528	0.00456	396.16019	0.00431	393.55341	0.00608	384.88701
13	0.00410	358.85208	0.00486	367.37002	0.00489	413.24930	0.00462	412.31849	0.00650	403.52773
14	0.00441	375.92484	0.00536	393.02854	0.00522	429.41469	0.00494	430.06919	0.00691	421.16085
15	0.00471	392.02203	0.00587	417.22083	0.00555	444.65636	0.00526	446.80552	0.00733	437.78634
16	0.00502	407.14365	0.00638	439.94690	0.00588	458.97430	0.00558	462.52747	0.00774	453.40423
17	0.00533	421.28970	0.00689	461.20674	0.00621	472.36852	0.00590	477.23504	0.00816	468.01450
18	0.00563	434.46017	0.00740	481.00036	0.00655	484.83902	0.00622	490.92824	0.00857	481.61715
19	0.00594	446.65507	0.00790	499.32776	0.00688	496.38579	0.00654	503.60706	0.00899	494.21219
20	0.00625	457.87440	0.00841	516.18893	0.00721	507.00884	0.00686	515.27150	0.00940	505.79962
21	0.00655	468.11815	0.00892	531.58388	0.00754	516.70816	0.00718	525.92157	0.00981	516.37943
22	0.00686	477.38634	0.00943	545.51260	0.00787	525.48376	0.00750	535.55726	0.01023	525.95163
23	0.00717	485.67895	0.00994	557.97510	0.00820	533.33564	0.00782	544.17858	0.01064	534.51622
24	0.00747	492.99598	0.01045	568.97138	0.00853	540.26379	0.00814	551.78551	0.01106	542.07319
25	0.00778	499.33745	0.01095	578.50143	0.00886	546.26822	0.00846	558.37808	0.01147	548.62255
26	0.00809	504.70334	0.01146	586.56526	0.00919	551.34893	0.00878	563.95626	0.01189	554.16429
27	0.00839	509.09366	0.01197	593.16286	0.00953	555.50591	0.00910	568.52007	0.01230	558.69842
28	0.00870	512.50841	0.01248	598.29424	0.00986	558.73917	0.00942	572.06950	0.01272	562.22493
29	0.00901	514.94758	0.01299	601.95940	0.01019	561.04871	0.00974	574.60456	0.01313	564.74383
30	0.00931	516.41118	0.01349	604.15833	0.01052	562.43452	0.01005	576.12524	0.01355	566.25512
31	0.00962	516.89921	0.01400	604.89104	0.01085	562.89661	0.01037	576.63154	0.01396	566.75879

Tabla 179

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-1-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-1-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00039	37.19599	0.00039	36.84987	0.00038	38.53793	0.00042	40.32545	0.00041	38.66689
3	0.00078	74.39197	0.00079	73.69975	0.00076	77.07586	0.00083	80.65091	0.00082	77.33377
4	0.00117	111.58796	0.00118	110.54962	0.00114	115.61378	0.00125	120.97636	0.00122	116.00066
5	0.00156	148.78394	0.00158	147.39950	0.00152	154.15171	0.00166	161.30182	0.00163	154.66754
6	0.00195	185.97993	0.00197	184.24937	0.00190	192.68964	0.00208	201.62727	0.00204	193.33443
7	0.00234	223.17592	0.00236	221.09925	0.00229	231.22757	0.00249	241.95273	0.00245	232.00131
8	0.00273	260.37190	0.00276	257.94912	0.00267	269.76549	0.00291	282.27818	0.00286	270.66820
9	0.00312	297.56789	0.00315	294.79900	0.00305	308.30342	0.00332	322.60364	0.00326	309.33509
10	0.00351	334.76387	0.00354	331.64887	0.00343	346.84135	0.00374	362.92909	0.00367	348.00197
11	0.00390	371.96074	0.00394	368.49694	0.00381	385.37989	0.00415	403.25205	0.00408	386.67575
12	0.00425	392.31404	0.00415	382.35974	0.00411	405.12990	0.00444	421.97153	0.00442	408.13171
13	0.00460	411.62406	0.00435	395.51039	0.00441	423.86747	0.00472	439.72939	0.00475	428.49188
14	0.00495	429.89025	0.00456	407.95021	0.00471	441.59220	0.00500	456.52735	0.00509	447.75149
15	0.00530	447.11261	0.00477	419.67919	0.00501	458.30409	0.00529	472.36542	0.00543	465.91056
16	0.00565	463.29114	0.00497	430.69734	0.00530	474.00314	0.00557	487.24360	0.00576	482.96908
17	0.00600	478.42583	0.00518	441.00466	0.00560	488.68934	0.00586	501.16189	0.00610	498.92705
18	0.00635	492.51669	0.00539	450.60115	0.00590	502.36271	0.00614	514.12029	0.00644	513.78447
19	0.00670	505.56372	0.00560	459.48681	0.00620	515.02323	0.00643	526.11880	0.00677	527.54134
20	0.00705	517.56692	0.00580	467.66163	0.00650	526.67091	0.00671	537.15741	0.00711	540.19766
21	0.00740	528.52629	0.00601	475.12562	0.00680	537.30575	0.00699	547.23613	0.00745	551.75344
22	0.00776	538.44182	0.00622	481.87878	0.00710	546.92774	0.00728	556.35497	0.00778	562.20867
23	0.00811	547.31353	0.00642	487.92111	0.00740	555.53690	0.00756	564.51391	0.00812	571.56334
24	0.00846	555.14140	0.00663	493.25260	0.00770	563.13321	0.00785	571.71296	0.00846	579.81747
25	0.00881	561.92544	0.00684	497.87327	0.00800	569.71669	0.00813	577.95212	0.00879	586.97106
26	0.00916	567.66564	0.00705	501.78310	0.00829	575.28732	0.00842	583.23138	0.00913	593.02409
27	0.00951	572.36202	0.00725	504.98210	0.00859	579.84510	0.00870	587.55076	0.00947	597.97657
28	0.00986	576.01456	0.00746	507.47026	0.00889	583.39005	0.00898	590.91024	0.00980	601.82851
29	0.01021	578.62327	0.00767	509.24760	0.00919	585.92216	0.00927	593.30984	0.01014	604.57989
30	0.01056	580.18815	0.00787	510.31410	0.00949	587.44142	0.00955	594.74954	0.01048	606.23073
31	0.01091	580.70920	0.00808	510.66977	0.00979	587.94784	0.00984	595.22935	0.01081	606.78102

Tabla 180

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-7-1		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-2		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-3		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-4		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00042	37.04539	0.00038	35.51069	0.00046	41.71766	0.00043	39.86472	0.00041	37.98232
3	0.00085	74.09078	0.00076	71.02138	0.00092	83.43531	0.00085	79.72945	0.00083	75.96463
4	0.00127	111.13617	0.00113	106.53207	0.00138	125.15297	0.00128	119.59417	0.00124	113.94695
5	0.00169	148.18156	0.00151	142.04276	0.00184	166.87063	0.00171	159.45890	0.00165	151.92926
6	0.00212	185.22695	0.00189	177.55344	0.00230	208.58829	0.00214	199.32362	0.00206	189.91158
7	0.00254	222.27234	0.00227	213.06413	0.00276	250.30594	0.00256	239.18834	0.00248	227.89389
8	0.00296	259.31774	0.00265	248.57482	0.00322	292.02360	0.00299	279.05307	0.00289	265.87621
9	0.00339	296.36313	0.00302	284.08551	0.00368	333.74126	0.00342	318.91779	0.00330	303.85852
10	0.00381	333.40852	0.00340	319.59620	0.00414	375.45892	0.00385	358.78252	0.00372	341.84084
11	0.00423	370.45499	0.00378	355.11081	0.00460	417.17571	0.00427	398.64524	0.00413	379.82653
12	0.00465	390.44570	0.00416	377.53384	0.00496	433.26754	0.00459	420.12518	0.00447	400.15615
13	0.00506	409.41176	0.00453	398.80937	0.00533	448.53370	0.00490	440.50223	0.00481	419.44544
14	0.00547	427.35257	0.00491	418.93485	0.00570	462.97463	0.00522	459.77791	0.00514	437.69214
15	0.00588	444.26811	0.00529	437.91029	0.00606	476.59032	0.00553	477.95219	0.00548	454.89624
16	0.00629	460.15840	0.00566	455.73568	0.00643	489.38077	0.00584	495.02510	0.00582	471.05775
17	0.00670	475.02342	0.00604	472.41102	0.00679	501.34599	0.00616	510.99662	0.00616	486.17667
18	0.00712	488.86319	0.00642	487.93631	0.00716	512.48596	0.00647	525.86676	0.00650	500.25300
19	0.00753	501.67770	0.00679	502.31155	0.00753	522.80070	0.00679	539.63552	0.00684	513.28674
20	0.00794	513.46695	0.00717	515.53675	0.00789	532.29021	0.00710	552.30289	0.00717	525.27788
21	0.00835	524.23094	0.00755	527.61190	0.00826	540.95447	0.00742	563.86888	0.00751	536.22643
22	0.00876	533.96967	0.00792	538.53700	0.00862	548.79350	0.00773	574.33349	0.00785	546.13239
23	0.00917	542.68314	0.00830	548.31205	0.00899	555.80730	0.00804	583.69671	0.00819	554.99575
24	0.00959	550.37135	0.00868	556.93706	0.00936	561.99585	0.00836	591.95855	0.00853	562.81653
25	0.01000	557.03431	0.00905	564.41201	0.00972	567.35917	0.00867	599.11901	0.00887	569.59471
26	0.01041	562.67200	0.00943	570.73692	0.01009	571.89725	0.00899	605.17809	0.00920	575.33030
27	0.01082	567.28444	0.00980	575.91178	0.01045	575.61010	0.00930	610.13578	0.00954	580.02329
28	0.01123	570.87161	0.01018	579.93660	0.01082	578.49771	0.00961	613.99209	0.00988	583.67370
29	0.01164	573.43353	0.01056	582.81136	0.01119	580.56008	0.00993	616.74701	0.01022	586.28151
30	0.01206	574.97019	0.01093	584.53608	0.01155	581.79721	0.01024	618.40055	0.01056	587.84673
31	0.01247	575.48159	0.01131	585.11075	0.01192	582.20911	0.01056	618.95271	0.01090	588.36935

Tabla 181

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-7-6		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-7		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-8		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-9		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00039	38.89909	0.00039	32.84247	0.00036	34.66616	0.00038	37.41864	0.00045	41.63708
3	0.00078	77.79817	0.00079	65.68494	0.00072	69.33231	0.00075	74.83728	0.00090	83.27417
4	0.00117	116.69726	0.00118	98.52741	0.00108	103.99847	0.00113	112.25592	0.00134	124.91125
5	0.00156	155.59635	0.00158	131.36988	0.00144	138.66463	0.00151	149.67456	0.00179	166.54834
6	0.00195	194.49543	0.00197	164.21235	0.00180	173.33078	0.00189	187.09320	0.00224	208.18542
7	0.00234	233.39452	0.00236	197.05482	0.00216	207.99694	0.00226	224.51185	0.00269	249.82251
8	0.00273	272.29360	0.00276	229.89729	0.00253	242.66309	0.00264	261.93049	0.00313	291.45959
9	0.00312	311.19269	0.00315	262.73976	0.00289	277.32925	0.00302	299.34913	0.00358	333.09668
10	0.00352	350.09178	0.00355	295.58223	0.00325	311.99541	0.00339	336.76777	0.00403	374.73376
11	0.00391	388.99830	0.00394	328.42662	0.00361	346.65999	0.00377	374.18768	0.00448	416.36568
12	0.00425	413.20749	0.00428	348.13213	0.00399	362.52552	0.00412	393.25419	0.00491	440.59260
13	0.00459	436.18029	0.00462	366.82834	0.00438	377.57683	0.00446	411.34358	0.00533	463.57399
14	0.00493	457.91127	0.00496	384.51385	0.00476	391.81461	0.00481	428.45515	0.00576	485.31308
15	0.00527	478.40042	0.00529	401.18867	0.00515	405.23886	0.00515	444.58889	0.00619	505.80987
16	0.00561	497.64773	0.00563	416.85281	0.00553	417.84959	0.00550	459.74481	0.00662	525.06435
17	0.00595	515.65322	0.00597	431.50626	0.00591	429.64679	0.00584	473.92290	0.00705	543.07653
18	0.00629	532.41688	0.00631	445.14903	0.00630	440.63046	0.00619	487.12316	0.00748	559.84641
19	0.00663	547.93871	0.00665	457.78110	0.00668	450.80060	0.00653	499.34560	0.00791	575.37398
20	0.00697	562.21871	0.00698	469.40249	0.00707	460.15721	0.00688	510.59021	0.00833	589.65925
21	0.00731	575.25688	0.00732	480.01319	0.00745	468.70029	0.00723	520.85700	0.00876	602.70222
22	0.00765	587.05321	0.00766	489.61321	0.00784	476.42984	0.00757	530.14596	0.00919	614.50289
23	0.00799	597.60772	0.00800	498.20253	0.00822	483.34587	0.00792	538.45709	0.00962	625.06125
24	0.00833	606.92041	0.00834	505.78117	0.00861	489.44837	0.00826	545.79040	0.01005	634.37730
25	0.00867	614.99126	0.00867	512.34912	0.00899	494.73733	0.00861	552.14589	0.01048	642.45106
26	0.00901	621.82028	0.00901	517.90638	0.00937	499.21277	0.00895	557.52355	0.01090	649.28251
27	0.00935	627.40747	0.00935	522.45296	0.00976	502.87468	0.00930	561.92338	0.01133	654.87166
28	0.00969	631.75283	0.00969	525.98885	0.01014	505.72307	0.00964	565.34538	0.01176	659.21851
29	0.01003	634.85636	0.01003	528.51405	0.01053	507.75792	0.00999	567.78956	0.01219	662.32305
30	0.01037	636.71806	0.01036	530.02856	0.01091	508.97925	0.01034	569.25592	0.01262	664.18529
31	0.01071	637.33794	0.01070	530.53239	0.01130	509.38704	0.01068	569.74445	0.01305	664.80522

Tabla 182

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de pincelado.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-1-7-11		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-12		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-13		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-14		CÓDIGO DE PROB. II-1-7-15		PROMEDIO TABULACIÓN PTO. A PTO.	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		M(X)	M(Y)
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00038	30.00000	0.00038	36.48326	0.00041	36.20118	0.00040	37.20864	0.00047	48.86218	0.00041	37.05111
3	0.00077	60.00001	0.00077	72.96652	0.00082	72.40237	0.00079	74.41728	0.00094	97.72435	0.00082	74.10223
4	0.00115	90.00001	0.00115	109.44978	0.00123	108.60355	0.00119	111.62592	0.00141	146.58653	0.00123	111.15334
5	0.00153	120.00001	0.00153	145.93304	0.00164	144.80473	0.00158	148.83456	0.00188	195.44870	0.00164	148.20445
6	0.00192	150.00002	0.00192	182.41630	0.00205	181.00592	0.00198	186.04320	0.00235	244.31088	0.00205	185.25557
7	0.00230	180.00002	0.00230	218.89956	0.00247	217.20710	0.00237	223.25185	0.00282	293.17306	0.00246	222.30668
8	0.00268	210.00002	0.00269	255.38283	0.00288	253.40828	0.00277	260.46049	0.00329	342.03523	0.00287	259.35779
9	0.00306	240.00003	0.00307	291.86609	0.00329	289.60947	0.00317	297.66913	0.00376	390.89741	0.00328	296.40891
10	0.00345	270.00003	0.00345	328.34935	0.00370	325.81065	0.00356	334.87777	0.00423	439.75958	0.00369	333.46002
11	0.00383	300.00053	0.00384	364.83322	0.00411	362.01081	0.00396	372.09031	0.00470	488.62328	0.00409	370.65085
12	0.00410	309.08566	0.00425	386.06567	0.00452	382.97684	0.00432	397.05043	0.00509	516.34361	0.00446	391.03569
13	0.00438	317.70508	0.00466	406.20954	0.00492	402.86716	0.00469	420.73329	0.00548	542.64331	0.00482	410.37769
14	0.00465	325.85858	0.00508	425.26452	0.00533	421.68237	0.00506	443.13600	0.00587	567.52132	0.00518	428.67417
15	0.00493	333.54618	0.00549	443.23059	0.00573	439.42247	0.00542	464.25855	0.00626	590.97763	0.00554	445.92512
16	0.00520	340.76785	0.00590	460.10776	0.00614	456.08746	0.00579	484.10093	0.00665	613.01224	0.00590	462.13055
17	0.00548	347.52361	0.00632	475.89602	0.00654	471.67735	0.00615	502.66316	0.00704	633.62515	0.00626	477.29044
18	0.00575	353.81345	0.00673	490.59538	0.00695	486.19214	0.00652	519.94522	0.00743	652.81637	0.00662	491.40481
19	0.00603	359.63738	0.00715	504.20584	0.00735	499.63182	0.00688	535.94713	0.00782	670.58589	0.00698	504.47366
20	0.00630	364.99540	0.00756	516.72739	0.00776	511.99639	0.00725	550.66887	0.00821	686.93372	0.00734	516.49698
21	0.00657	369.88749	0.00797	528.16004	0.00816	523.28586	0.00762	564.11046	0.00860	701.85985	0.00770	527.47477
22	0.00685	374.31368	0.00839	538.50379	0.00857	533.50022	0.00798	576.27188	0.00899	715.36428	0.00806	537.40703
23	0.00712	378.27394	0.00880	547.75863	0.00898	542.63948	0.00835	587.15315	0.00938	727.44702	0.00842	546.29377
24	0.00740	381.76829	0.00921	555.92457	0.00938	550.70362	0.00871	596.75425	0.00977	738.10806	0.00878	554.13498
25	0.00767	384.79673	0.00963	563.00160	0.00979	557.69267	0.00908	605.07519	0.01015	747.34741	0.00914	560.93067
26	0.00795	387.35925	0.01004	568.98974	0.01019	563.60661	0.00945	612.11597	0.01054	755.16505	0.00950	566.68083
27	0.00822	389.45585	0.01045	573.88896	0.01060	568.44544	0.00981	617.87660	0.01093	761.56101	0.00986	571.38546
28	0.00850	391.08654	0.01087	577.69929	0.01100	572.20917	0.01018	622.35706	0.01132	766.53526	0.01022	575.04457
29	0.00877	392.25132	0.01128	580.42071	0.01141	574.89779	0.01054	625.55736	0.01171	770.08782	0.01058	577.65815
30	0.00904	392.95018	0.01169	582.05323	0.01181	576.51130	0.01091	627.47750	0.01210	772.21868	0.01094	579.2262
31	0.00932	393.18312	0.01211	582.59684	0.01222	577.04971	0.01127	628.11748	0.01249	772.92785	0.01130	579.74873

Figura 97

Ajuste, ensayo mecánico “flexión estática”, método de pincelado.

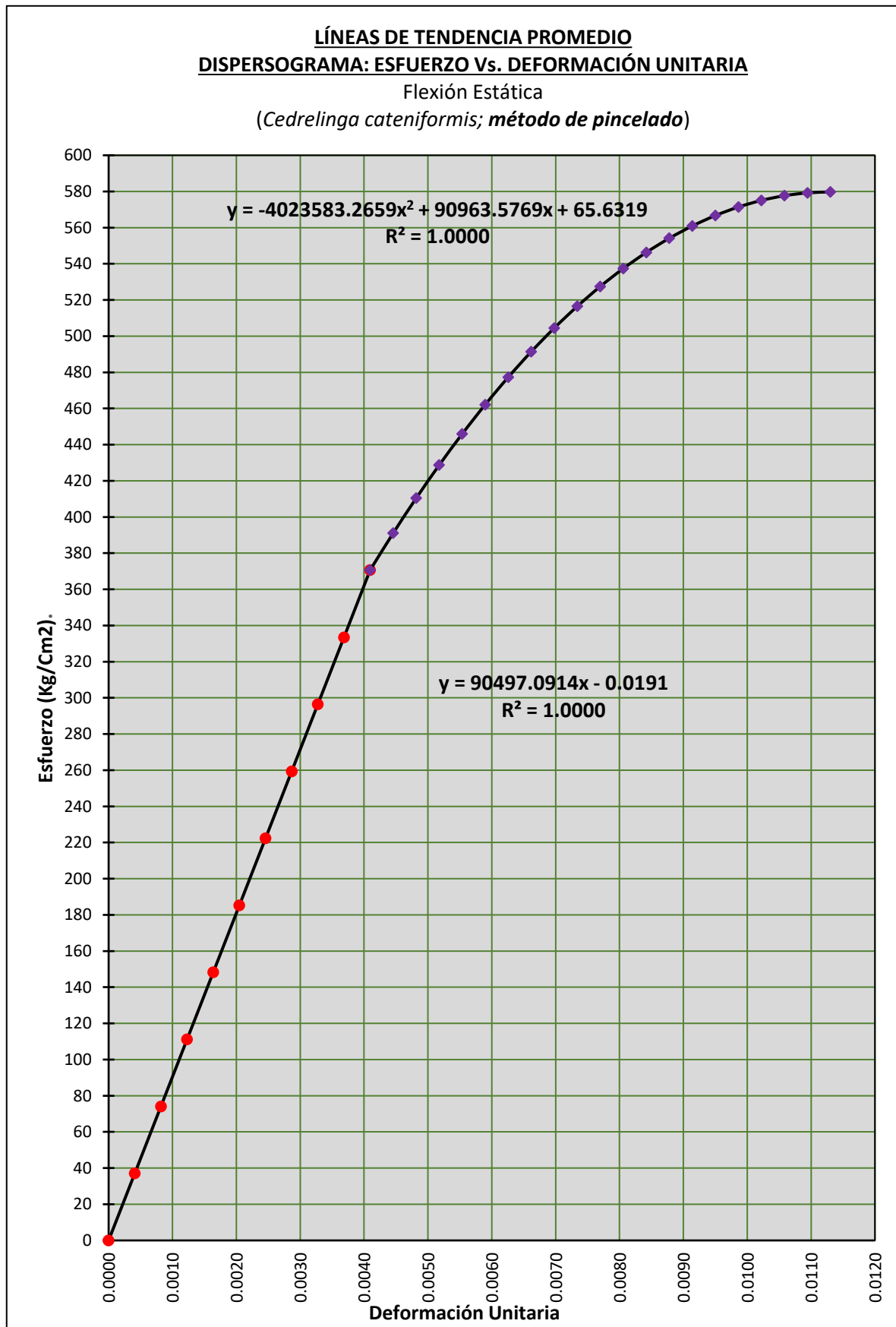


Tabla 183

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “flexión estática”, de la madera Cedrelinga cateniformis (método de pincelado).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 90497.0914x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = -4023583.2659x^2 + 90961.8785x + 65.65109$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00410, 370.81625)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.01130, 579.74902)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00041	37.05111
0.00082	74.10223
0.00123	111.15334
0.00164	148.20445
0.00205	185.25557
0.00246	222.30668
0.00287	259.35779
0.00328	296.40891
0.00369	333.46002
0.00409	370.65085
0.00446	391.03569
0.00482	410.37769
0.00518	428.67417
0.00554	445.92512
0.00590	462.13055
0.00626	477.29044
0.00662	491.40481
0.00698	504.47366
0.00734	516.49698
0.00770	527.47477
0.00806	537.40703
0.00842	546.29377
0.00878	554.13498
0.00914	560.93067
0.00950	566.68083
0.00986	571.38546
0.01022	575.04457
0.01058	577.65815
0.01094	579.2262
0.01130	579.74873

Figura 98

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “flexión estática”, del método de pincelado.

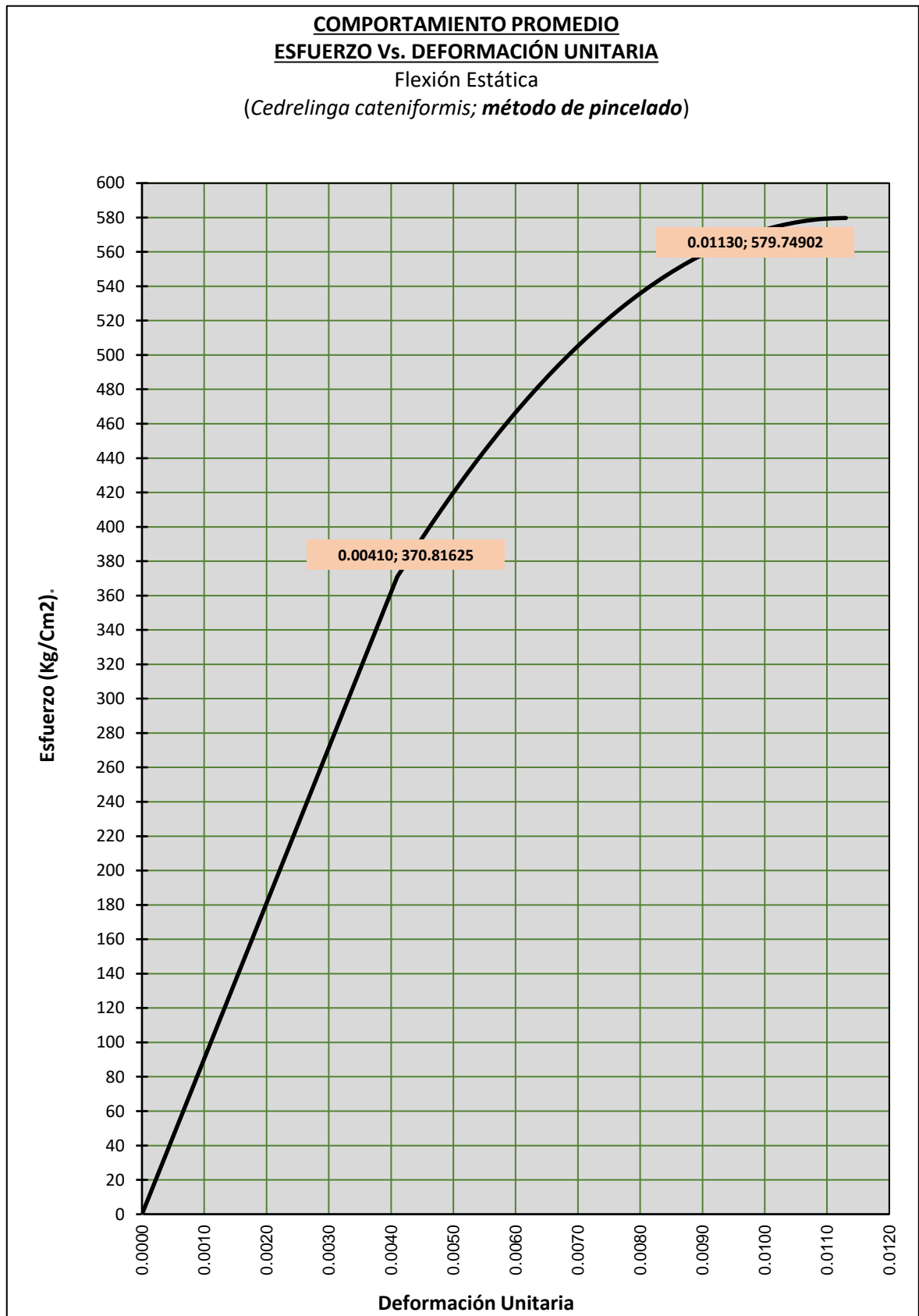


Figura 99

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “flexión estática”, del método de pincelado.

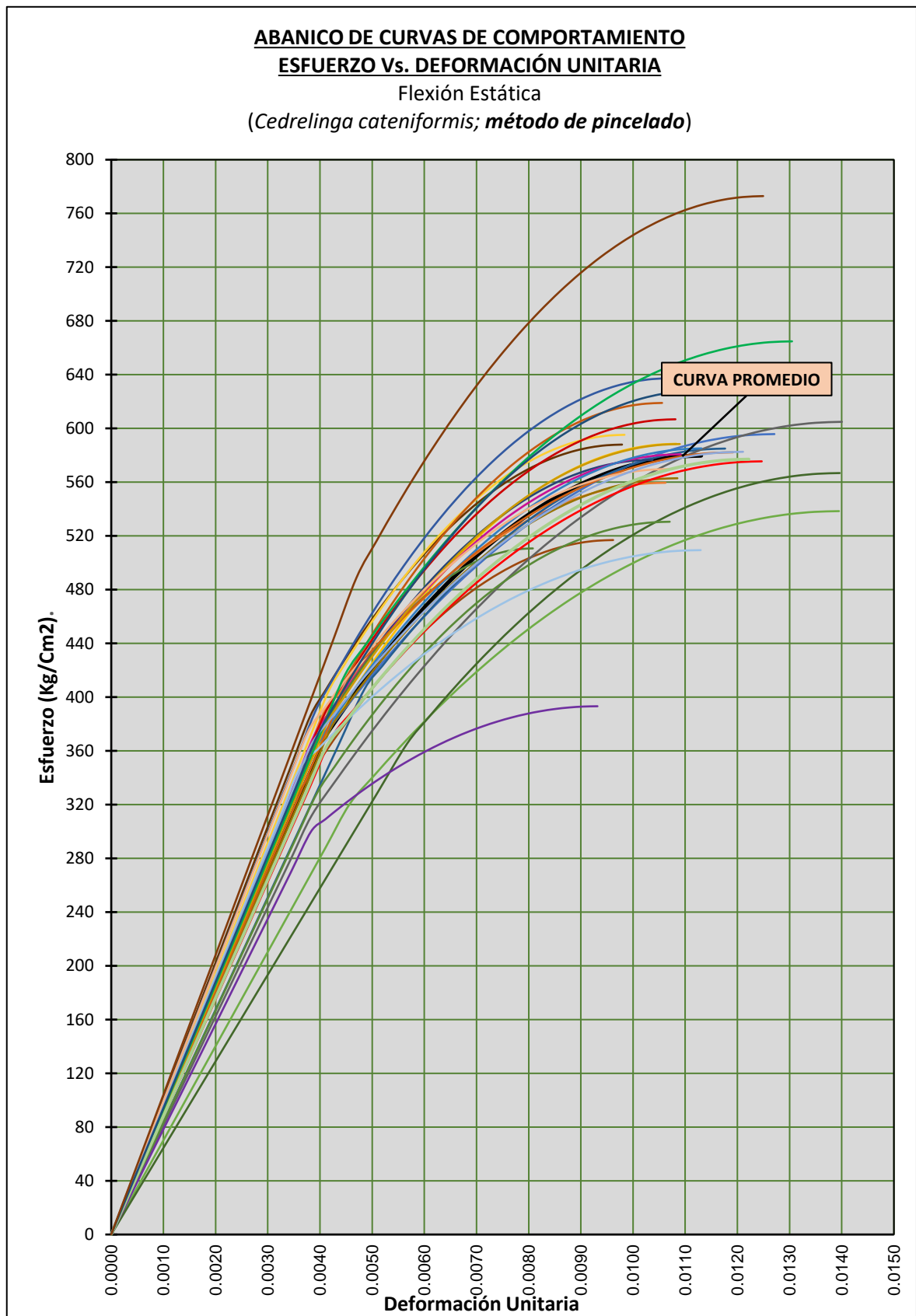


Tabla 184

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 1 al 5 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-7-1		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-2		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-3		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-4		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00032	35.41663	0.00042	41.97438	0.00070	70.78198	0.00038	38.10694	0.00037	42.53515
3	0.00064	70.83325	0.00083	83.94875	0.00139	141.56397	0.00075	76.21389	0.00073	85.07029
4	0.00096	106.24988	0.00125	125.92313	0.00209	212.34595	0.00113	114.32083	0.00110	127.60544
5	0.00128	141.66650	0.00166	167.89751	0.00278	283.12794	0.00150	152.42778	0.00146	170.14058
6	0.00159	177.08313	0.00208	209.87188	0.00348	353.90992	0.00188	190.53472	0.00183	212.67573
7	0.00191	212.49976	0.00249	251.84626	0.00418	424.69191	0.00226	228.64167	0.00220	255.21088
8	0.00223	247.91638	0.00291	293.82064	0.00487	495.47389	0.00263	266.74861	0.00256	297.74602
9	0.00255	283.33301	0.00332	335.79501	0.00557	566.25587	0.00301	304.85555	0.00293	340.28117
10	0.00287	318.74963	0.00374	377.76939	0.00626	637.03786	0.00338	342.96250	0.00329	382.81632
11	0.00319	354.16297	0.00415	419.74429	0.00696	707.81895	0.00376	381.07093	0.00366	425.34541
12	0.00356	388.74082	0.00453	447.15111	0.00722	725.44881	0.00407	409.29682	0.00397	448.81981
13	0.00392	421.54271	0.00492	473.15288	0.00747	742.17388	0.00439	436.07652	0.00427	471.08652
14	0.00429	452.57150	0.00530	497.74921	0.00773	757.99479	0.00470	461.40871	0.00458	492.14962
15	0.00466	481.82720	0.00568	520.94011	0.00798	772.91156	0.00502	485.29336	0.00489	512.00911
16	0.00503	509.30979	0.00607	542.72558	0.00824	786.92419	0.00533	507.73048	0.00519	530.66499
17	0.00539	535.01929	0.00645	563.10561	0.00849	800.03267	0.00564	528.72008	0.00550	548.11726
18	0.00576	558.95568	0.00683	582.08021	0.00875	812.23700	0.00596	548.26215	0.00581	564.36592
19	0.00613	581.11898	0.00722	599.64938	0.00901	823.53719	0.00627	566.35670	0.00611	579.41098
20	0.00649	601.50918	0.00760	615.81312	0.00926	833.93323	0.00659	583.00371	0.00642	593.25242
21	0.00686	620.12628	0.00798	630.57142	0.00952	843.42513	0.00690	598.20320	0.00673	605.89025
22	0.00723	636.97029	0.00837	643.92429	0.00977	852.01288	0.00722	611.95516	0.00703	617.32447
23	0.00760	652.04119	0.00875	655.87173	0.01003	859.69648	0.00753	624.25959	0.00734	627.55508
24	0.00796	665.33900	0.00913	666.41374	0.01028	866.47594	0.00784	635.11650	0.00765	636.58209
25	0.00833	676.86370	0.00951	675.55031	0.01054	872.35125	0.00816	644.52588	0.00795	644.40548
26	0.00870	686.61531	0.00990	683.28145	0.01080	877.32242	0.00847	652.48773	0.00826	651.02527
27	0.00907	694.59382	0.01028	689.60716	0.01105	881.38944	0.00879	659.00205	0.00857	656.44144
28	0.00943	700.79923	0.01066	694.52743	0.01131	884.55232	0.00910	664.06884	0.00887	660.65400
29	0.00980	705.23154	0.01105	698.04227	0.01156	886.81105	0.00941	667.68811	0.00918	663.66296
30	0.01017	707.89076	0.01143	700.15168	0.01182	888.16563	0.00973	669.85985	0.00949	665.46831
31	0.01054	708.77687	0.01181	700.85566	0.01207	888.61607	0.01004	670.58406	0.00979	666.07004

Tabla 185

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 6 al 10 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-7-6		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-7		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-8		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-9		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00038	38.58891	0.00039	43.02246	0.00041	39.42904	0.00041	41.45267	0.00031	23.29935
3	0.00076	77.17783	0.00079	86.04492	0.00081	78.85808	0.00082	82.90533	0.00062	46.59870
4	0.00113	115.76674	0.00118	129.06738	0.00122	118.28712	0.00123	124.35800	0.00093	69.89805
5	0.00151	154.35566	0.00158	172.08983	0.00162	157.71617	0.00165	165.81067	0.00124	93.19740
6	0.00189	192.94457	0.00197	215.11229	0.00203	197.14521	0.00206	207.26333	0.00155	116.49675
7	0.00227	231.53349	0.00236	258.13475	0.00243	236.57425	0.00247	248.71600	0.00186	139.79609
8	0.00265	270.12240	0.00276	301.15721	0.00284	276.00329	0.00288	290.16867	0.00217	163.09544
9	0.00302	308.71131	0.00315	344.17967	0.00324	315.43233	0.00329	331.62133	0.00248	186.39479
10	0.00340	347.30023	0.00355	387.20213	0.00365	354.86137	0.00370	373.07400	0.00279	209.69414
11	0.00378	385.88841	0.00394	430.22102	0.00405	394.28967	0.00412	414.52432	0.00310	233.00051
12	0.00411	409.81576	0.00423	452.46904	0.00439	420.04493	0.00443	434.38417	0.00358	265.26938
13	0.00445	432.51550	0.00452	473.57369	0.00472	444.47883	0.00474	453.22406	0.00405	295.88970
14	0.00478	453.98817	0.00481	493.53756	0.00506	467.59198	0.00505	471.04552	0.00452	324.85492
15	0.00511	474.23377	0.00510	512.36063	0.00540	489.38439	0.00536	487.84855	0.00500	352.16506
16	0.00545	493.25228	0.00539	530.04291	0.00573	509.85604	0.00566	503.63314	0.00547	377.82011
17	0.00578	511.04372	0.00567	546.58439	0.00607	529.00695	0.00597	518.39931	0.00594	401.82007
18	0.00611	527.60809	0.00596	561.98509	0.00641	546.83711	0.00628	532.14704	0.00642	424.16494
19	0.00645	542.94538	0.00625	576.24499	0.00674	563.34652	0.00659	544.87635	0.00689	444.85472
20	0.00678	557.05559	0.00654	589.36410	0.00708	578.53518	0.00690	556.58722	0.00736	463.88941
21	0.00711	569.93873	0.00683	601.34242	0.00742	592.40310	0.00721	567.27966	0.00784	481.26901
22	0.00745	581.59479	0.00712	612.17995	0.00775	604.95026	0.00752	576.95367	0.00831	496.99353
23	0.00778	592.02377	0.00741	621.87668	0.00809	616.17668	0.00783	585.60925	0.00878	511.06295
24	0.00811	601.22568	0.00770	630.43263	0.00843	626.08235	0.00814	593.24640	0.00926	523.47728
25	0.00845	609.20052	0.00799	637.84778	0.00876	634.66727	0.00845	599.86512	0.00973	534.23653
26	0.00878	615.94828	0.00827	644.12214	0.00910	641.93144	0.00876	605.46540	0.01020	543.34068
27	0.00911	621.46896	0.00856	649.25570	0.00944	647.87486	0.00907	610.04726	0.01068	550.78975
28	0.00945	625.76257	0.00885	653.24848	0.00977	652.49754	0.00938	613.61068	0.01115	556.58372
29	0.00978	628.82910	0.00914	656.10046	0.01011	655.79947	0.00969	616.15568	0.01162	560.72261
30	0.01012	630.66855	0.00943	657.81165	0.01044	657.78065	0.01000	617.68224	0.01210	563.20641
31	0.01045	631.28093	0.00972	658.38205	0.01078	658.44108	0.01031	618.19037	0.01257	564.03511

Tabla 186

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 11 al 15 (Árbol I), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. I-2-7-11		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-12		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-13		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-14		CÓDIGO DE PROB. I-2-7-15	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00044	43.47637	0.00041	45.33779	0.00050	50.26763	0.00055	48.90396	0.00052	49.38246
3	0.00088	86.95273	0.00083	90.67559	0.00100	100.53526	0.00110	97.80792	0.00104	98.76491
4	0.00133	130.42910	0.00124	136.01338	0.00150	150.80289	0.00165	146.71188	0.00157	148.14737
5	0.00177	173.90547	0.00165	181.35118	0.00200	201.07052	0.00220	195.61585	0.00209	197.52983
6	0.00221	217.38183	0.00206	226.68897	0.00250	251.33815	0.00275	244.51981	0.00261	246.91228
7	0.00265	260.85820	0.00248	272.02676	0.00300	301.60578	0.00330	293.42377	0.00313	296.29474
8	0.00309	304.33457	0.00289	317.36456	0.00350	351.87341	0.00385	342.32773	0.00365	345.67720
9	0.00353	347.81094	0.00330	362.70235	0.00400	402.14104	0.00440	391.23169	0.00418	395.05965
10	0.00398	391.28730	0.00372	408.04014	0.00450	452.40867	0.00495	440.13565	0.00470	444.44211
11	0.00442	434.76544	0.00413	453.37461	0.00500	502.67720	0.00550	489.03959	0.00522	493.82064
12	0.00473	456.23981	0.00438	476.67279	0.00544	524.02491	0.00590	508.10593	0.00563	513.97172
13	0.00503	476.61414	0.00463	498.77342	0.00588	544.27829	0.00631	526.19454	0.00604	533.08741
14	0.00534	495.88716	0.00487	519.67943	0.00632	563.43688	0.00672	543.30544	0.00644	551.16980
15	0.00565	514.05887	0.00512	539.39081	0.00676	581.50069	0.00713	559.43863	0.00685	568.21890
16	0.00596	531.12926	0.00537	557.90757	0.00720	598.46972	0.00753	574.59412	0.00726	584.23471
17	0.00627	547.09834	0.00562	575.22970	0.00764	614.34397	0.00794	588.77190	0.00766	599.21724
18	0.00658	561.96611	0.00586	591.35721	0.00808	629.12343	0.00835	601.97197	0.00807	613.16647
19	0.00689	575.73256	0.00611	606.29009	0.00852	642.80812	0.00875	614.19433	0.00848	626.08241
20	0.00719	588.39770	0.00636	620.02835	0.00896	655.39803	0.00916	625.43899	0.00889	637.96507
21	0.00750	599.96152	0.00661	632.57199	0.00940	666.89315	0.00957	635.70593	0.00929	648.81443
22	0.00781	610.42403	0.00686	643.92100	0.00984	677.29350	0.00997	644.99517	0.00970	658.63051
23	0.00812	619.78523	0.00710	654.07538	0.01028	686.59906	0.01038	653.30670	0.01011	667.41329
24	0.00843	628.04511	0.00735	663.03514	0.01072	694.80984	0.01079	660.64053	0.01052	675.16279
25	0.00874	635.20368	0.00760	670.80028	0.01115	701.92585	0.01120	666.99664	0.01092	681.87899
26	0.00905	641.26093	0.00785	677.37078	0.01159	707.94707	0.01160	672.37505	0.01133	687.56191
27	0.00935	646.21687	0.00810	682.74667	0.01203	712.87351	0.01201	676.77575	0.01174	692.21153
28	0.00966	650.07150	0.00834	686.92793	0.01247	716.70517	0.01242	680.19874	0.01214	695.82787
29	0.00997	652.82481	0.00859	689.91456	0.01291	719.44204	0.01282	682.64402	0.01255	698.41092
30	0.01028	654.47681	0.00884	691.70657	0.01335	721.08414	0.01323	684.11160	0.01296	699.96067
31	0.01059	655.02749	0.00909	692.30396	0.01379	721.63146	0.01364	684.60146	0.01337	700.47714

Tabla 187

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 1 al 5 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-7-1		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-2		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-3		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-4		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-5	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00042	41.46105	0.00050	50.26763	0.00043	42.83152	0.00042	28.46415	0.00034	35.92064
3	0.00085	82.92210	0.00100	100.53526	0.00086	85.66303	0.00085	56.92830	0.00068	71.84128
4	0.00127	124.38314	0.00150	150.80289	0.00130	128.49455	0.00127	85.39245	0.00102	107.76191
5	0.00169	165.84419	0.00200	201.07052	0.00173	171.32606	0.00169	113.85661	0.00136	143.68255
6	0.00212	207.30524	0.00250	251.33815	0.00216	214.15758	0.00211	142.32076	0.00171	179.60319
7	0.00254	248.76629	0.00300	301.60578	0.00259	256.98909	0.00254	170.78491	0.00205	215.52383
8	0.00297	290.22734	0.00350	351.87341	0.00302	299.82061	0.00296	199.24906	0.00239	251.44447
9	0.00339	331.68838	0.00400	402.14104	0.00345	342.65213	0.00338	227.71321	0.00273	287.36510
10	0.00381	373.14943	0.00450	452.40867	0.00389	385.48364	0.00380	256.17736	0.00307	323.28574
11	0.00424	414.60853	0.00500	502.67721	0.00432	428.31471	0.00423	284.63887	0.00341	359.20665
12	0.00457	439.07243	0.00544	524.02491	0.00450	444.00815	0.00461	303.37663	0.00376	379.09575
13	0.00490	462.28046	0.00588	544.27829	0.00468	458.89641	0.00499	321.15156	0.00411	397.96503
14	0.00524	484.23412	0.00632	563.43688	0.00486	472.97991	0.00538	337.96561	0.00446	415.81436
15	0.00557	504.93342	0.00676	581.50069	0.00504	486.25863	0.00576	353.81878	0.00481	432.64372
16	0.00590	524.37835	0.00720	598.46972	0.00522	498.73259	0.00615	368.71108	0.00515	448.45312
17	0.00624	542.56892	0.00764	614.34397	0.00540	510.40178	0.00653	382.64250	0.00550	463.24257
18	0.00657	559.50513	0.00808	629.12343	0.00558	521.26620	0.00692	395.61305	0.00585	477.01205
19	0.00690	575.18697	0.00852	642.80812	0.00575	531.32585	0.00730	407.62272	0.00620	489.76156
20	0.00724	589.61444	0.00896	655.39803	0.00593	540.58072	0.00769	418.67152	0.00655	501.49112
21	0.00757	602.78755	0.00940	666.89315	0.00611	549.03083	0.00807	428.75944	0.00690	512.20072
22	0.00790	614.70629	0.00984	677.29350	0.00629	556.67618	0.00846	437.88648	0.00725	521.89035
23	0.00823	625.37067	0.01028	686.59906	0.00647	563.51675	0.00884	446.05265	0.00760	530.56002
24	0.00857	634.78068	0.01072	694.80984	0.00665	569.55255	0.00923	453.25795	0.00794	538.20973
25	0.00890	642.93633	0.01115	701.92585	0.00683	574.78358	0.00961	459.50237	0.00829	544.83948
26	0.00923	649.83762	0.01159	707.94707	0.00701	579.20984	0.00999	464.78591	0.00864	550.44927
27	0.00957	655.48453	0.01203	712.87351	0.00719	582.83134	0.01038	469.10857	0.00899	555.03910
28	0.00990	659.87709	0.01247	716.70517	0.00737	585.64806	0.01076	472.47036	0.00934	558.60896
29	0.01023	663.01528	0.01291	719.44204	0.00755	587.66002	0.01115	474.87128	0.00969	561.15887
30	0.01057	664.89910	0.01335	721.08414	0.00773	588.86720	0.01153	476.31132	0.01004	562.68881
31	0.01090	665.52856	0.01379	721.63146	0.00791	589.26962	0.01192	476.79048	0.01039	563.19879

Tabla 188

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 6 al 10 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-7-6		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-7		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-8		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-9		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-10	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00035	18.27791	0.00049	44.96421	0.00052	55.49558	0.00063	59.77671	0.00046	48.41482
3	0.00070	36.55582	0.00098	89.92843	0.00104	110.99115	0.00126	119.55343	0.00093	96.82964
4	0.00105	54.83372	0.00147	134.89264	0.00156	166.48673	0.00190	179.33014	0.00139	145.24446
5	0.00140	73.11163	0.00196	179.85685	0.00208	221.98230	0.00253	239.10686	0.00186	193.65928
6	0.00175	91.38954	0.00246	224.82107	0.00260	277.47788	0.00316	298.88357	0.00232	242.07409
7	0.00210	109.66745	0.00295	269.78528	0.00312	332.97346	0.00379	358.66029	0.00278	290.48891
8	0.00246	127.94536	0.00344	314.74949	0.00364	388.46903	0.00443	418.43700	0.00325	338.90373
9	0.00281	146.22326	0.00393	359.71371	0.00416	443.96461	0.00506	478.21371	0.00371	387.31855
10	0.00316	164.50117	0.00442	404.67792	0.00468	499.46019	0.00569	537.99043	0.00418	435.73337
11	0.00351	182.77945	0.00491	449.64168	0.00520	554.95571	0.00632	597.76336	0.00464	484.14673
12	0.00387	199.19088	0.00513	466.39855	0.00563	576.84175	0.00660	613.42065	0.00503	509.98280
13	0.00424	214.76106	0.00534	482.29572	0.00606	597.60544	0.00688	628.27281	0.00543	534.49298
14	0.00460	229.48966	0.00556	497.33360	0.00649	617.24680	0.00716	642.32216	0.00582	557.67819
15	0.00497	243.37667	0.00578	511.51217	0.00693	635.76583	0.00744	655.56869	0.00621	579.53846
16	0.00533	256.42211	0.00600	524.83144	0.00736	653.16253	0.00772	668.01241	0.00661	600.07376
17	0.00570	268.62598	0.00621	537.29141	0.00779	669.43690	0.00800	679.65332	0.00700	619.28412
18	0.00606	279.98826	0.00643	548.89208	0.00822	684.58894	0.00827	690.49141	0.00739	637.16951
19	0.00643	290.50896	0.00665	559.63345	0.00865	698.61865	0.00855	700.52668	0.00779	653.72995
20	0.00679	300.18809	0.00686	569.51551	0.00909	711.52604	0.00883	709.75914	0.00818	668.96544
21	0.00716	309.02563	0.00708	578.53827	0.00952	723.31109	0.00911	718.18878	0.00857	682.87597
22	0.00752	317.02160	0.00730	586.70174	0.00995	733.97382	0.00939	725.81561	0.00897	695.46154
23	0.00789	324.17599	0.00752	594.00590	0.01038	743.51422	0.00967	732.63962	0.00936	706.72216
24	0.00825	330.48880	0.00773	600.45076	0.01082	751.93229	0.00995	738.66082	0.00975	716.65783
25	0.00861	335.96003	0.00795	606.03631	0.01125	759.22802	0.01023	743.87920	0.01015	725.26854
26	0.00898	340.58968	0.00817	610.76257	0.01168	765.40143	0.01051	748.29477	0.01054	732.55429
27	0.00934	344.37775	0.00838	614.62953	0.01211	770.45251	0.01078	751.90752	0.01093	738.51509
28	0.00971	347.32425	0.00860	617.63718	0.01254	774.38127	0.01106	754.71746	0.01133	743.15093
29	0.01007	349.42916	0.00882	619.78553	0.01298	777.18769	0.01134	756.72458	0.01172	746.46182
30	0.01044	350.69250	0.00903	621.07458	0.01341	778.87178	0.01162	757.92889	0.01211	748.44775
31	0.01080	351.11425	0.00925	621.50433	0.01384	779.43355	0.01190	758.33038	0.01251	749.10873

Tabla 189

Tabulación general, ensayo mecánico “flexión estática”, probetas del 11 al 15 (Árbol II), del método de inmersión.

N°	CÓDIGO DE PROB. II-2-7-11		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-12		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-13		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-14		CÓDIGO DE PROB. II-2-7-15		PROMEDIO TABULACIÓN	
	TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		TABULACIÓN		PTO. A PTO.	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	M(X)	M(Y)
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00048	53.93307	0.00056	59.40728	0.00044	42.69378	0.00045	44.91810	0.00043	40.41359	0.00045	43.97386
3	0.00095	107.86614	0.00113	118.81455	0.00088	85.38755	0.00091	89.83621	0.00087	80.82718	0.00090	87.94772
4	0.00143	161.79922	0.00169	178.22183	0.00132	128.08133	0.00136	134.75431	0.00130	121.24078	0.00134	131.92158
5	0.00190	215.73229	0.00226	237.62911	0.00177	170.77510	0.00182	179.67241	0.00173	161.65437	0.00179	175.89543
6	0.00238	269.66536	0.00282	297.03639	0.00221	213.46888	0.00227	224.59052	0.00217	202.06796	0.00224	219.86929
7	0.00285	323.59843	0.00339	356.44366	0.00265	256.16265	0.00272	269.50862	0.00260	242.48155	0.00269	263.84315
8	0.00333	377.53150	0.00395	415.85094	0.00309	298.85643	0.00318	314.42672	0.00304	282.89515	0.00314	307.81701
9	0.00380	431.46458	0.00451	475.25822	0.00353	341.55020	0.00363	359.34483	0.00347	323.30874	0.00358	351.79087
10	0.00428	485.39765	0.00508	534.66550	0.00397	384.24398	0.00409	404.26293	0.00390	363.72233	0.00403	395.76473
11	0.00475	539.32662	0.00564	594.07726	0.00442	426.93599	0.00454	449.18323	0.00434	404.13326	0.00448	439.73777
12	0.00502	559.13684	0.00613	614.79605	0.00475	448.44970	0.00488	467.20070	0.00467	429.45012	0.00482	461.83006
13	0.00529	577.92857	0.00662	634.45407	0.00508	468.85892	0.00522	484.29541	0.00500	453.46648	0.00517	482.78884
14	0.00556	595.70454	0.00711	653.04947	0.00542	488.16484	0.00556	500.46613	0.00533	476.18460	0.00551	502.61472
15	0.00583	612.46474	0.00760	670.58225	0.00575	506.36746	0.00590	515.71289	0.00565	497.60447	0.00586	521.30768
16	0.00610	628.20919	0.00809	687.05240	0.00609	523.46678	0.00624	530.03566	0.00598	517.72609	0.00620	538.86774
17	0.00637	642.93788	0.00858	702.45994	0.00642	539.46282	0.00659	543.43446	0.00631	536.54947	0.00654	555.29488
18	0.00663	656.65081	0.00906	716.80486	0.00676	554.35555	0.00693	555.90928	0.00664	554.07460	0.00689	570.58912
19	0.00690	669.34798	0.00955	730.08716	0.00709	568.14499	0.00727	567.46013	0.00697	570.30149	0.00723	584.75045
20	0.00717	681.02939	0.01004	742.30683	0.00743	580.83113	0.00761	578.08700	0.00730	585.23013	0.00758	597.77886
21	0.00744	691.69503	0.01053	753.46389	0.00776	592.41398	0.00795	587.78990	0.00763	598.86052	0.00792	609.67437
22	0.00771	701.34492	0.01102	763.55833	0.00809	602.89353	0.00829	596.56882	0.00796	611.19267	0.00826	620.43696
23	0.00798	709.97905	0.01151	772.59015	0.00843	612.26978	0.00863	604.42376	0.00829	622.22657	0.00861	630.06665
24	0.00825	717.59742	0.01200	780.55934	0.00876	620.54274	0.00897	611.35473	0.00862	631.96222	0.00895	638.56342
25	0.00852	724.20003	0.01249	787.46592	0.00910	627.71240	0.00931	617.36172	0.00895	640.39963	0.00929	645.92729
26	0.00878	729.78688	0.01298	793.30988	0.00943	633.77877	0.00965	622.44474	0.00928	647.53879	0.00964	652.15825
27	0.00905	734.35796	0.01346	798.09122	0.00977	638.74184	0.01000	626.60378	0.00961	653.37971	0.00998	657.25629
28	0.00932	737.91329	0.01395	801.80994	0.01010	642.60161	0.01034	629.83884	0.00994	657.92238	0.01033	661.22143
29	0.00959	740.45286	0.01444	804.46603	0.01043	645.35809	0.01068	632.14993	0.01027	661.16680	0.01067	664.05365
30	0.00986	741.97667	0.01493	806.05951	0.01077	647.01127	0.01102	633.53704	0.01060	663.11298	0.01101	665.75297
31	0.01013	742.48472	0.01542	806.59037	0.01110	647.56116	0.01136	634.00017	0.01093	663.76091	0.01136	666.31938

Figura 100

Ajuste, ensayo mecánico “flexión estática”, método de inmersión.

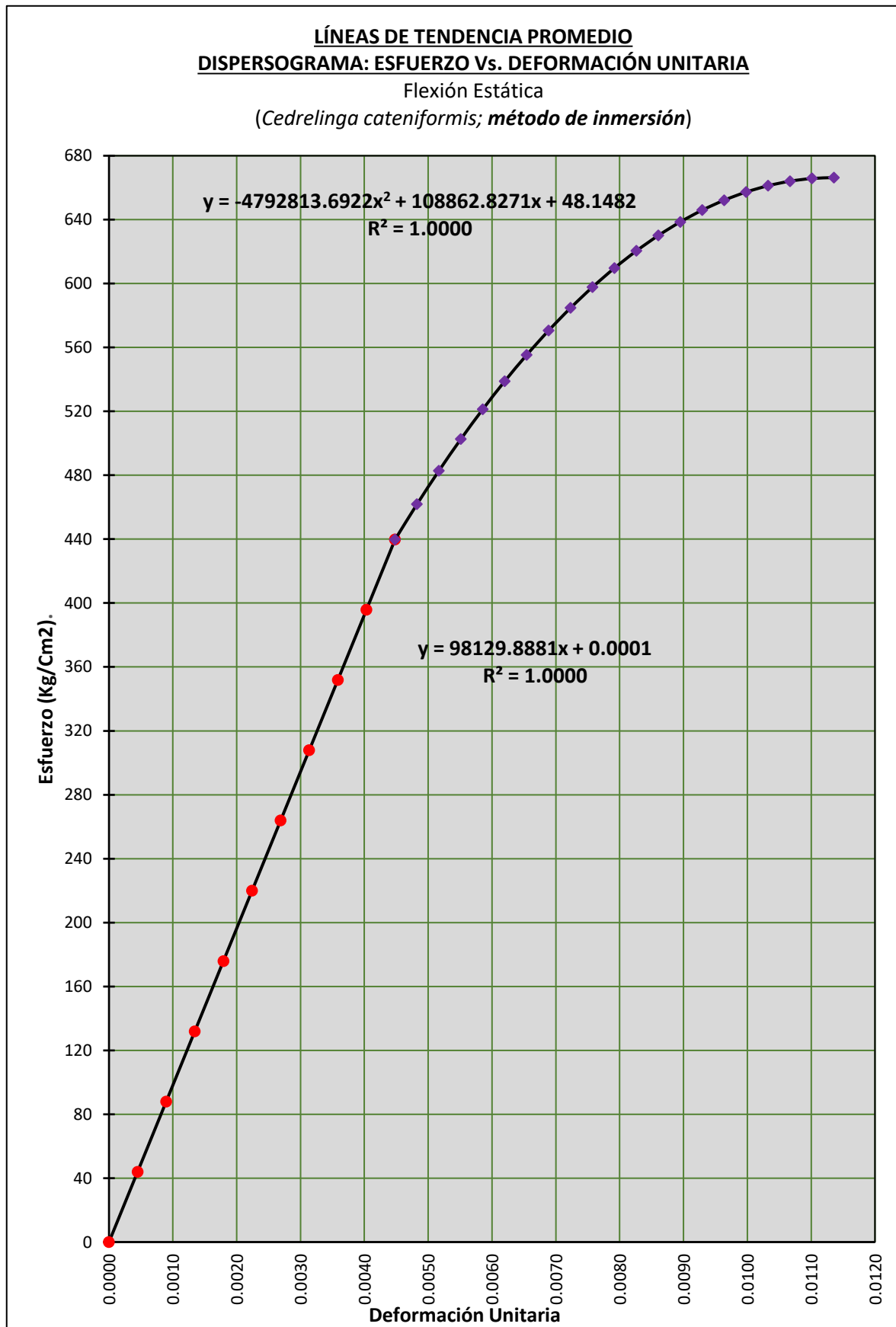


Tabla 190

Modelamientos matemáticos de comportamiento, punto de fluencia, punto de rotura y tabulación promedio final, del ensayo mecánico “flexión estática”, de la madera *Cedrelinga cateniformis* (método de inmersión).

Teniendo la línea de Tendencia promedio, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis* a ceros:

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO ELÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = 98129.8881x$$

Luego de efectuar la traslación de la línea de Tendencia promedio, la función que predecirá el COMPORTAMIENTO PLÁSTICO PROMEDIO, Esfuerzo vs. Deformación Unitaria, para flexión estática, para madera *Cedrelinga cateniformis*; será:

$$Y = -4792813.6922x^2 + 108862.8369x + 48.14809$$

El punto de intersección entre ambas curvas que vendría a representar el punto correspondiente en el Límite proporcional será:

$$(x,y) = (0.00448, 439.73768)$$

El vértice de la parábola de la función cuadrática, que vendría a representar el punto correspondiente al esfuerzo de rotura, será:

$$V = (0.01136, 666.31927)$$

PROMEDIO TABULACIÓN	
M(X)	M(Y)
0.00000	0.00000
0.00045	43.97386
0.00090	87.94772
0.00134	131.92158
0.00179	175.89543
0.00224	219.86929
0.00269	263.84315
0.00314	307.81701
0.00358	351.79087
0.00403	395.76473
0.00448	439.73777
0.00482	461.83006
0.00517	482.78884
0.00551	502.61472
0.00586	521.30768
0.00620	538.86774
0.00654	555.29488
0.00689	570.58912
0.00723	584.75045
0.00758	597.77886
0.00792	609.67437
0.00826	620.43696
0.00861	630.06665
0.00895	638.56342
0.00929	645.92729
0.00964	652.15825
0.00998	657.25629
0.01033	661.22143
0.01067	664.05365
0.01101	665.75297
0.01136	666.31938

Figura 101

Curva de comportamiento promedio, ensayo mecánico “flexión estática”, método de inmersión.

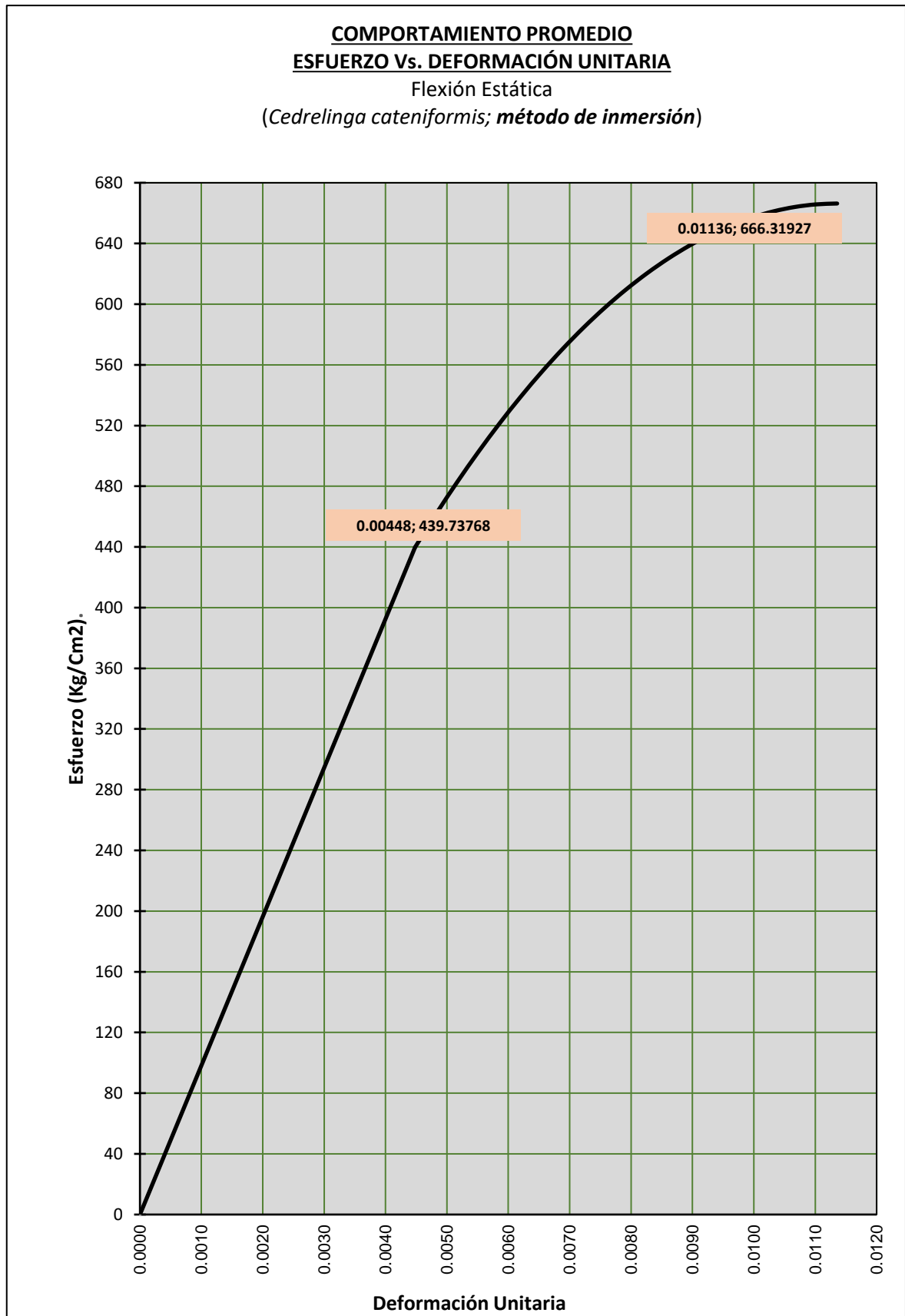
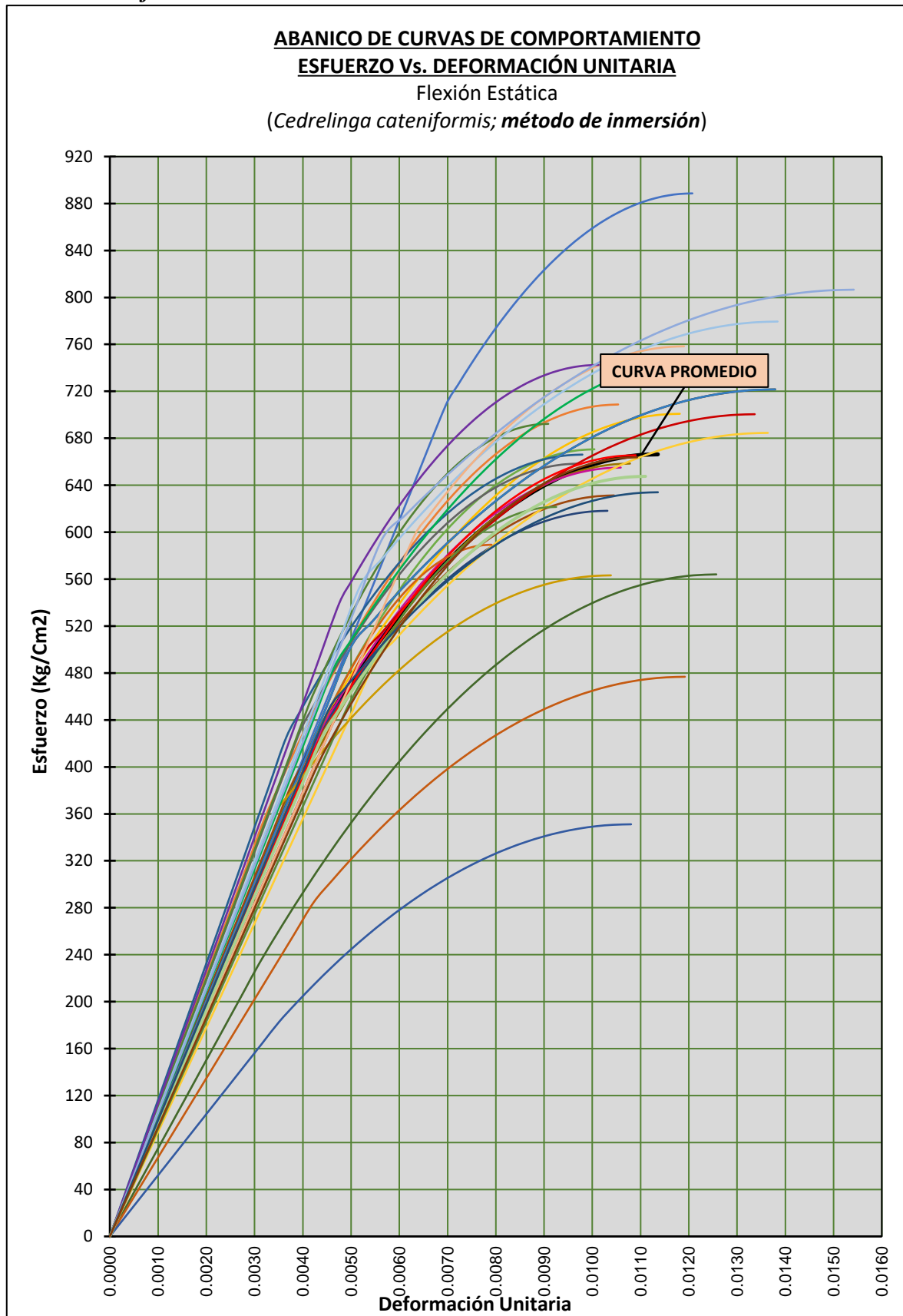


Figura 102

Curva de comportamiento promedio vs. curvas de comportamiento de todas las probetas sometidas a “flexión estática”, método de inmersión.



b.5. Procesamiento de datos: corte paralelo a la fibra

b.5.1. Tratamiento estadístico: corte paralelo a la fibra

Tabla 191

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “corte paralelo a la fibra”, probetas del método de pincelado.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	ESFUERZO DE CORTE (Kg./Cm2)	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2)
					F.C.=1; F.T.=1; F.S.=4 F.D.C.=1 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)}x\sigma_R$
1	I-1-8-1	15.58	0.37	57.106	14
2	I-1-8-2	16.38	0.55	67.047	17
3	I-1-8-3	16.51	0.63	59.227	15
4	I-1-8-4	16.13	0.50	60.985	15
5	I-1-8-5	15.81	0.41	60.308	15
6	I-1-8-6	17.33	0.51	64.920	16
7	I-1-8-7	16.40	0.46	50.819	13
8	I-1-8-8	16.70	0.52	53.413	13
9	I-1-8-9	16.53	0.50	56.664	14
10	I-1-8-10	16.58	0.46	62.463	16
11	I-1-8-11	16.73	0.52	61.660	15
12	I-1-8-12	17.15	0.53	61.738	15
13	I-1-8-13	16.79	0.46	56.293	14
14	I-1-8-14	17.01	0.49	73.355	18
15	I-1-8-15	16.61	0.44	60.837	15
16	II-1-8-1	16.12	0.58	73.705	18
17	II-1-8-2	15.79	0.53	56.564	14
18	II-1-8-3	16.33	0.52	54.406	14
19	II-1-8-4	15.96	0.41	67.891	17
20	II-1-8-5	16.78	0.51	65.173	16
21	II-1-8-6	16.03	0.51	76.031	19
22	II-1-8-7	16.56	0.47	49.643	12
23	II-1-8-8	16.64	0.48	63.419	16
24	II-1-8-9	16.34	0.43	61.755	15
25	II-1-8-10	17.19	0.49	74.486	19
26	II-1-8-11	16.64	0.49	64.563	16
27	II-1-8-12	16.51	0.42	62.534	16
28	II-1-8-13	16.56	0.45	65.371	16
29	II-1-8-14	17.13	0.53	63.301	16
30	II-1-8-15	16.34	0.48	66.077	17
	M(X)	16.504	0.489	62.392	15.598
	S(D)	0.428	0.053	6.614	1.653
	CV%	2.591	10.902	10.600	10.600
	Límite de exclusión del 5%			51	13

Tabla 192

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “corte paralelo a la fibra”, probetas del método de inmersión.

N°	CÓDIGO PROBETA	CONT. HUMEDAD %	DENSIDAD BÁSICA (gr./ Cm3)	ESFUERZO DE CORTE (Kg./Cm2)	ESFUERZO ADMISIBLE (Kg./Cm2)
					F.C.=1; F.T.=1; F.S.=4 F.D.C.=1 $\sigma_{ADM} = \frac{(F.C.)x(F.T.)}{(F.S.)x(F.D.C.)} x \sigma_R$
31	I-2-8-1	15.58	0.39	83.287	21
32	I-2-8-2	16.38	0.55	87.657	22
33	I-2-8-3	16.51	0.65	78.407	20
34	I-2-8-4	16.13	0.51	79.419	20
35	I-2-8-5	15.81	0.42	76.635	19
36	I-2-8-6	17.33	0.50	87.802	22
37	I-2-8-7	16.40	0.47	70.007	18
38	I-2-8-8	16.70	0.52	88.182	22
39	I-2-8-9	16.53	0.50	75.233	19
40	I-2-8-10	16.58	0.46	66.872	17
41	I-2-8-11	16.73	0.52	75.884	19
42	I-2-8-12	17.15	0.54	92.913	23
43	I-2-8-13	16.79	0.48	78.655	20
44	I-2-8-14	17.01	0.49	57.412	14
45	I-2-8-15	16.61	0.44	62.494	16
46	II-2-8-1	16.12	0.58	74.074	19
47	II-2-8-2	15.79	0.54	97.283	24
48	II-2-8-3	16.33	0.52	73.962	18
49	II-2-8-4	15.96	0.40	81.375	20
50	II-2-8-5	16.78	0.53	69.690	17
51	II-2-8-6	16.03	0.51	75.321	19
52	II-2-8-7	16.56	0.47	62.903	16
53	II-2-8-8	16.64	0.47	69.778	17
54	II-2-8-9	16.34	0.43	68.881	17
55	II-2-8-10	17.19	0.50	66.963	17
56	II-2-8-11	16.64	0.48	74.565	19
57	II-2-8-12	16.51	0.43	76.370	19
58	II-2-8-13	16.56	0.46	84.642	21
59	II-2-8-14	17.13	0.54	82.964	21
60	II-2-8-15	16.34	0.47	75.447	19
	M(X)	16.504	0.493	76.503	19.126
	S(D)	0.428	0.055	9.147	2.287
	CV%	2.591	11.146	11.956	11.956
	Límite de exclusión del 5%			62	16

b.6. Procesamiento de datos: dureza

b.6.1. Tratamiento estadístico: dureza

Tabla 193

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “dureza”, probetas del método de pincelado.

N°	CODIGO PROBETA	METODO DE PINCELADO			
		CONT. HUMEDAD	DENSIDAD BÁSICA	DUREZA JANKA	
		%	(gr./ Cm3)	LADOS	EXTREMOS
1	I-1-9-1	20.25	0.54	373.50	320
2	I-1-9-2	21.80	0.59	450.00	327
3	I-1-9-3	20.69	0.48	345.80	336
4	I-1-9-4	21.78	0.51	388.88	321
5	I-1-9-5	24.01	0.55	376.30	346
6	I-1-9-6	23.93	0.57	441.08	336
7	I-1-9-7	22.77	0.49	362.93	283
8	I-1-9-8	23.76	0.50	357.68	342
9	I-1-9-9	23.30	0.47	339.03	262
10	I-1-9-10	22.77	0.49	363.93	295
11	I-1-9-11	22.74	0.56	364.78	337
12	I-1-9-12	23.79	0.52	415.73	291
13	I-1-9-13	22.94	0.56	360.08	358
14	I-1-9-14	21.75	0.48	351.48	280
15	I-1-9-15	23.44	0.54	369.80	308
16	II-1-9-1	22.30	0.56	451.30	428
17	II-1-9-2	23.44	0.53	464.20	398
18	II-1-9-3	21.48	0.61	495.73	381
19	II-1-9-4	28.21	0.58	401.35	342
20	II-1-9-5	22.44	0.55	334.00	328
21	II-1-9-6	21.35	0.55	383.65	308
22	II-1-9-7	21.94	0.50	380.50	340
23	II-1-9-8	21.97	0.49	361.75	314
24	II-1-9-9	19.78	0.48	352.18	316
25	II-1-9-10	22.62	0.49	360.65	330
26	II-1-9-11	24.04	0.51	302.75	284
27	II-1-9-12	20.21	0.53	371.70	341
28	II-1-9-13	22.45	0.51	353.05	341
29	II-1-9-14	23.59	0.59	458.08	369
30	II-1-9-15	19.77	0.49	320.50	316
	M(X)	22.510	0.527	381.744	329.330
	S(D)	1.657	0.038	46.023	35.293
	CV%	7.360	7.216	12.056	10.716
	Límite de exclusión del 5%			321	280

Tabla 194

Procesamiento estadístico, ensayo mecánico “dureza”, probetas del método de inmersión.

N°	CODIGO PROBETA	METODO DE INMERSIÓN			
		CONT. HUMEDAD	DENSIDAD BÁSICA	DUREZA JANKA	
		%	(gr./ Cm3)	LADOS	EXTREMOS
1	I-2-9-1	14.27	0.58	480.50	429
2	I-2-9-2	19.38	0.54	441.20	323
3	I-2-9-3	12.63	0.59	530.48	528
4	I-2-9-4	15.31	0.54	434.20	429
5	I-2-9-5	12.84	0.50	417.50	413
6	I-2-9-6	15.46	0.54	420.60	398
7	I-2-9-7	11.98	0.52	399.70	414
8	I-2-9-8	13.86	0.54	424.43	415
9	I-2-9-9	13.87	0.55	409.65	427
10	I-2-9-10	13.76	0.54	415.93	448
11	I-2-9-11	13.96	0.53	435.15	416
12	I-2-9-12	14.92	0.57	446.05	384
13	I-2-9-13	22.45	0.52	543.68	473
14	I-2-9-14	23.59	0.59	427.80	385
15	I-2-9-15	19.77	0.49	429.98	362
16	II-2-9-1	13.65	0.55	458.90	416
17	II-2-9-2	12.28	0.49	408.28	386
18	II-2-9-3	11.64	0.52	453.73	359
19	II-2-9-4	11.41	0.50	440.33	396
20	II-2-9-5	14.08	0.59	529.13	463
21	II-2-9-6	11.96	0.50	436.70	407
22	II-2-9-7	11.92	0.57	527.03	469
23	II-2-9-8	11.51	0.51	428.93	412
24	II-2-9-9	12.12	0.56	461.70	461
25	II-2-9-10	13.90	0.53	484.63	443
26	II-2-9-11	13.87	0.53	462.45	413
27	II-2-9-12	11.41	0.53	501.85	442
28	II-2-9-13	15.02	0.53	429.68	378
29	II-2-9-14	13.65	0.54	444.00	426
30	II-2-9-15	12.48	0.51	487.83	391
	M(X)	14.298	0.536	453.732	416.880
	S(D)	3.101	0.029	39.791	39.954
	CV%	21.691	5.346	8.770	9.584
	Límite de exclusión del 5%			408	359

Anexo 6: Formato para ensayo físico “Contenido de humedad”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

REGISTRO DE MASAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD - MÉTODO GRAVIMÉTRICO


Producto: _____ **Analista:** _____ **Fecha de Inicio:** _____
Orden de Ensayo de Laboratorio: _____ **N° de protocolo:** _____ **Fecha Final:** _____
Balanza utilizada: _____ **Estufa utilizada:** _____ **Ensayo**
T(°C): _____ **H(%):** _____ **Norma utilizada:** _____ **Contramuestra:**

Muestra	Probeta	Masa Inicial (g)	Masa 1 (g)	Masa 2 (g)	Masa 3 (g)	Masa 4 (g)	Masa 5 (g)	Masa Fnal (g)
		*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H	*F/H

Observaciones: _____

*F/H: Fecha y hora de la medición.
 *Nota.- Ingresar la data al R02-IT70-PO-05. Determinación del Contenido de Húmedad - Método Gravimétrico (Digital) donde se consideran los factores de corrección aplicado a las masas.

Anexo 7: Formato para ensayo físico “Densidad”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

	DETERMINACION DE DENSIDAD
NOMBRE COMUN:	METODO DE CURADO:
NOMBRE CIENTIFICO:	N° DE ARBOL:
FAMILIA:	PROCEDENCIA:
NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 011	EJECUTOR:
PROYECTO:	FECHA:

MUESTRA N°										
CONTROL N°	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.										
02.										
03.										
04.										
05.										
06.										
07.										
08.										
09.										
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)										
BASICA (Db)										

MUESTRA N°										
CONTROL N°	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)	PESO (GRS.)	VOLUMEN (CM3.)
SATURADO.										
SECO AL HORNO										
01.										
02.										
03.										
04.										
05.										
06.										
07.										
08.										
09.										
DENSIDAD (G./CM3).										
ANHIDRA (Do)										
BASICA (Db)										

Anexo 8: Formato para ensayo físico “Contracción”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

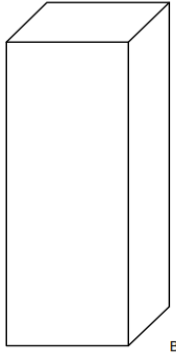
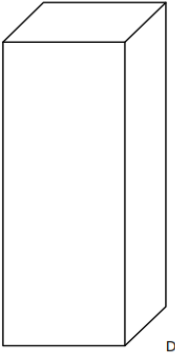
CITE madera <small>Lima</small>		<u>ENSAYO DE CONTRACCION</u>	
NOMBRE COMUN:	N° DE XILOTECA:	N° DE ARBOL:	NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 012.
NOMBRE CIENTIFICO:	PROCEDECENCIA:	CONDICION : SECA AL AIRE.	PROYECTO:
FAMILIA:		SATURADA.	ENSAYO:

MUESTRA N° :

DATOS	DIMENSIONES (MM.).			VOLUMEN (CM3).	PESO (GRS.)	M (%)	CONTRACCION β (%).			FECHA Y HORA
	TANGENCIAL.	RADIAL.	LONGITUDINA L.				TANGEN. βT.	RADIAL. βR.	LONGITUD. βl.	
CONTROL N°:										
SATURADO.										
SECO AL AIRE / HORNO										
01.										
02.										
03.										
04.										
05.										
06.										
07.										
08.										
09.										
10.										

RELACION : βT / βR = T / R =

Anexo 9: Formato para ensayo mecánico “Compresión paralela a las fibras”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

DATOS PARA EL CENTRO DE CÁLCULO		CONDICIÓN	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
NOMBRE COMÚN: NOMBRE CIENTÍFICO: FAMILIA:		N° DE XILOTECA: MUESTRA N°: PROCEDENCIA:	N° DE ÁRBOL:			
LUZ: _____ CMS. P: _____ LBS. P': _____ LBS. Y: _____ CMS.	SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input type="checkbox"/> DURAMEN: _____ %					
ANCHO (A): _____ CMS. ESPESOR (B): _____ CMS.	DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO: _____ GRS. VOLUMEN: _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD: _____ % DENSIDAD: _____ GRS./CM3					
 						
OBSERVACIONES: _____ _____ _____						
NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251-014						
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL: MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: MÓDULO DE ELASTICIDAD:						
INFORMACIÓN GENERAL: PROYECTO: _____ EJECUTOR: _____ FECHA: _____						
			1		41	
			2		42	
			3		43	
			4		44	
			5		45	
			6		46	
			7		47	
			8		48	
			9		49	
			10		50	
			11		51	
			12		52	
			13		53	
			14		54	
			15		55	
			16		56	
			17		57	
			18		58	
			19		59	
			20		60	
			21		61	
			22		62	
			23		63	
			24		64	
			25		65	
			26		66	
			27		67	
			28		68	
			29		69	
			30		70	
			31		71	
			32		72	
			33		73	
			34		74	
			35		75	
			36		76	
			37		77	
			38		78	
			39		79	
			40		80	

Anexo 10: Formato para ensayo mecánico “Compresión perpendicular a la fibra”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

DATOS PARA EL CENTRO DE CÁLCULO		CONDICIÓN	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)	CARGA (LBS.)	DEFORMACIÓN (PULG.)
NOMBRE COMÚN: NOMBRE CIENTÍFICO: FAMILIA:		SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input type="checkbox"/> DURAMEN: _____ %	1		41	
Nº DE XILOTECA: MUESTRA Nº: PROCEDENCIA:		DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO _____ GRS. VOLUMEN _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD _____ % DENSIDAD _____ GRS./CM3	2		42	
P': _____ LBS. ANCHO (A): _____ CMS. ESPESOR (B): _____ CMS.			3		43	
			4		44	
			5		45	
			6		46	
			7		47	
			8		48	
			9		49	
			10		50	
			11		51	
			12		52	
			13		53	
			14		54	
			15		55	
			16		56	
			17		57	
			18		58	
			19		59	
			20		60	
			21		61	
			22		62	
			23		63	
			24		64	
			25		65	
			26		66	
			27		67	
			28		68	
			29		69	
			30		70	
			31		71	
			32		72	
			33		73	
			34		74	
			35		75	
			36		76	
			37		77	
			38		78	
			39		79	
			40		80	

OBSERVACIONES: _____


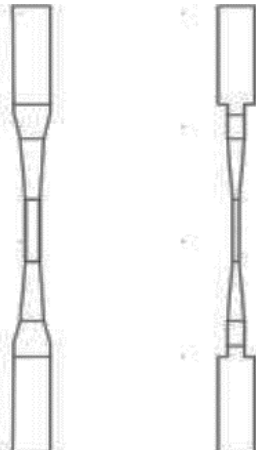
NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251-016

RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2)


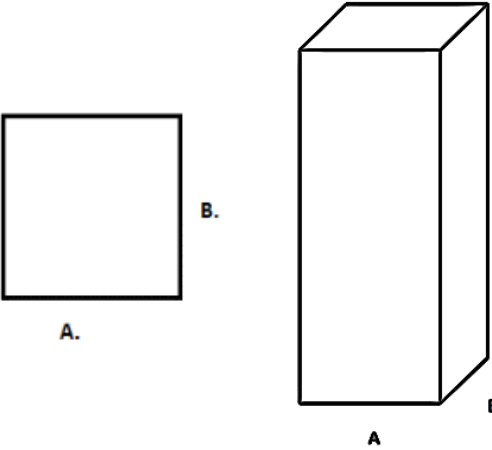
ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL (E.F.L.P.): _____

INFORMACIÓN GENERAL:
 PROYECTO: _____
 EJECUTOR: _____
 FECHA: _____

Anexo 11: Formato para ensayo mecánico “Tracción paralela a las fibras”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

		FORMATO PARA EL ENSAYO DE TRACCIÓN PARALELA A LAS FIBRAS			
NOMBRE COMÚN: NOMBRE CIENTÍFICO: FAMILIA:		N° DE XILOTECA: MUESTRA N°: PROCEDENCIA:		N° DE ÁRBOL:	
DATOS PARA EL CENTRO DE CÓMPUTO LUZ: _____ CMS. P: _____ LBS. P': _____ LBS. Y: _____ CMS. ANCHO (A): _____ CMS. ESPESOR (B): _____ CMS.	CONDICIÓN SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input type="checkbox"/> DURAMEN: _____ % DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO _____ GRS. VOLUMEN: _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD _____ %	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
		1		41	
		2		42	
		3		43	
		4		44	
		5		45	
		6		46	
		7		47	
		8		48	
		9		49	
		10		50	
		11		51	
		12		52	
		13		53	
		14		54	
		15		55	
		16		56	
		17		57	
		18		58	
		19		59	
		20		60	
		21		61	
		22		62	
		23		63	
		24		64	
		25		65	
		26		66	
		27		67	
		28		68	
		29		69	
		30		70	
		31		71	
		32		72	
		33		73	
		34		74	
		35		75	
		36		76	
		37		77	
		38		78	
		39		79	
		40		80	
OBSERVACIONES: _____					
NORMA D 143-94					
RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL: MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: MÓDULO DE ELASTICIDAD:					
INFORMACIÓN GENERAL: PROYECTO: _____ EJECUTOR: _____ FECHA: _____					


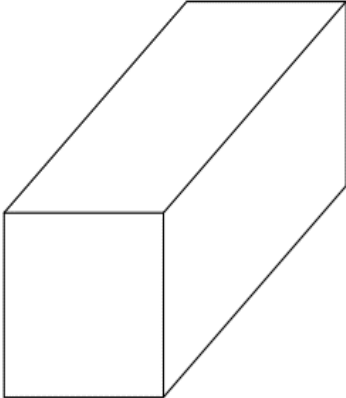
Anexo 12: Formato para ensayo mecánico “Flexión estática”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

		FORMATO PARA EL ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA			
NOMBRE COMÚN: NOMBRE CIENTÍFICO: FAMILIA:		N° DE XILOTECA: MUESTRA N°: PROCEDENCIA:		N° DE ÁRBOL:	
DATOS PARA EL CENTRO DE CÁLCULO LUZ: _____ CMS. P: _____ LBS. P': _____ LBS. Y: _____ CMS. ANCHO (A): _____ CMS. ESPESOR (B): _____ CMS.	CONDICIÓN SECA AL AIRE: <input type="checkbox"/> SATURADA: <input type="checkbox"/> DURAMEN: _____ % DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD PESO (): _____ GRS. PESO SECO AL HORNO _____ GRS. VOLUMEN _____ CM3 CONTENIDO DE HUMEDAD _____ %	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).	CARGA (LBS).	DEFORMACIÓN (PULG).
		1		41	
		2		42	
		3		43	
		4		44	
		5		45	
		6		46	
		7		47	
		8		48	
		9		49	
		10		50	
		11		51	
		12		52	
		13		53	
		14		54	
		15		55	
		16		56	
		17		57	
		18		58	
		19		59	
		20		60	
		21		61	
		22		62	
		23		63	
		24		64	
		25		65	
		26		66	
		27		67	
		28		68	
		29		69	
		30		70	
		31		71	
		32		72	
		33		73	
		34		74	
		35		75	
		36		76	
		37		77	
		38		78	
		39		79	
		40		80	
OBSERVACIONES _____ NORMA TÉCNICA PERUANA N° 251-017 RESULTADOS AL CONTENIDO DE HUMEDAD (KG/CM2) ESFUERZOS DE LAS FIBRAS AL LÍMITE PROPORCIONAL: MÁXIMA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: MÓDULO DE ELASTICIDAD:					
INFORMACIÓN GENERAL: PROYECTO: _____ EJECUTOR: _____ FECHA: _____					

Anexo 13: Formato para ensayo mecánico “Cizallamiento paralela al grano”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO PARALELA AL GRANO </div>									
NOMBRE COMUN:		TIPO DE ENSAYO:		N° DE ARBOL :		NORMA TECNICA PERUANA N° 251 - 013			
NOMBRE CIENTIFICO:		PROCEDENCIA:		PROYECTO :		FECHA:			
FAMILIA:		CONDICIÓN :		EJECUTOR :		ESQUEMAS Y FALLAS.			
PROBETA N°	DATOS DE COMPUTO.					RESULTADO		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><u>TANGENCIAL</u></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><u>RADIAL</u></p> </div> </div>	
	ESPESOR (CM).	ANCHO (CM).	CARGA MAX. (P)	PESO INICIAL (GRS).	PSH (GRS).	C.H. (%)	RESISTENCIA CIZALLAMIENTO (KG/CM2)		
OBSERVACIONES :									
OBSERVACIONES :									

Anexo 14: Formato para ensayo mecánico “Dureza”, diseñado por el laboratorio CITEmadera.

		FORMATO PARA EL ENSAYO DE DUREZA																																									
NOMBRE COMÚN: NOMBRE CIENTÍFICO: FAMILIA:		N° DE ÁRBOL: PROBETA N°: PROCEDENCIA:																																									
<p style="text-align: center;"><u>CONDICIÓN:</u></p> SECA AL AIRE: <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> SATURADA: <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> DURAMEN:.....% LARGO: CMS. ESPESOR: CMS. ANCHO: CMS.		<p style="text-align: center;"><u>DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD</u></p> PESO (): GRS. PESO SECO AL HORNO: GRS. CONTENIDO DE HUMEDAD: % <u>OBSERVACIONES:</u> _____ _____ _____																																									
																																											
NORMA TÉCNICA PERUANA 251.015 - 2014 PROYECTO: EJECUTOR: FECHA:		LADO DE SUPERFICIE (LBS)																																									
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYO N°</th> <th rowspan="2">EXTREMOS</th> <th colspan="4">LADOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">RADIAL</th> <th colspan="2">TANGENCIAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PROMEDIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	EXTREMOS	LADOS				RADIAL		TANGENCIAL		1						2						3						4						PROMEDIO						
ENSAYO N°	EXTREMOS	LADOS																																									
		RADIAL		TANGENCIAL																																							
1																																											
2																																											
3																																											
4																																											
PROMEDIO																																											
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">PROMEDIO EN EXTREMOS:</td> <td style="text-align: center;">KGS</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO EN LADOS:</td> <td style="text-align: center;">KGS</td> </tr> </table>		PROMEDIO EN EXTREMOS:	KGS	PROMEDIO EN LADOS:	KGS																																				
PROMEDIO EN EXTREMOS:	KGS																																										
PROMEDIO EN LADOS:	KGS																																										

Anexo 15: Resultados del estudio físico – químico de una (1) muestra de un (1) kg de grasa de vacuno, realizado en el laboratorio Certificaciones y Calidad S.A.C.



INFORME DE ENSAYO FQ N° 201031-008

Emitido en Lima, el 31 de Octubre de 2020

Orden de Trabajo	: 56979 - 1020
Numero de Servicio	: 20015180
Nombre del Solicitante	: DAVILA SANTOS RONNY STALYN
Dirección de la Empresa	: JR. CESAR PLASENCIA /N C.POBLADO PEDRO RUIZ AMAZONAS - BONGARÁ - JAZAN
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Físico Químico.
Producto declarado	: GRASA DE VACUNO
Cantidad de Muestra	: 01 Muestra x 1200 g
Identificación / marca	: **
Presentación	: Envasado
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Físico-Químico . 16 de Octubre de 2020
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en taper de plástico transparente con tapa
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura de refrigeración.
Muestra de Dirimencia	: No proporcionada por el Solicitante
Fecha de inicio de Ensayos	: 16 de Octubre de 2020
Fecha de término de Ensayos	: 31 de Octubre de 2020

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Grasa Monounsaturada	g/100g	59.12
Mirístico C14:1 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Cis-10-Pentadecenoico C15:1 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Palmitoleico C16:1 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Cis-10-Heptadecenoico C17:1 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Oleico C18:1w-9 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	59.12
Eicosenoico C20:1w-9 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Cetoleico C22:1w-11 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Erucico C22:1w-9 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Nervónico C24:1w9 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Trans - Eláidico (C18:1n9) <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Grasa Poliinsaturada <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Linoleico C18:2w-6 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
γ-Linolénico C18:3w-6 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
α-Linolénico C18:3w-3 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Eicosadienoico C20:2 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Eicosatrienoico C20:3w-6 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Eicosatrienoico C20:3w-3 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Araquidónico C20:4w-6 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Eicosapentaenoico C20:5w-3 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01
Docosadienoico C22:2 <small>Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g</small>	g/100g	< 0.01



Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de CERTIFICAL S.A.C. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del producto o del lote ensajado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME.

Av. Sucre N° 1361 Pueblo Libre, Telefax:461-1036 Teléfono ; 637-4777 / E-mail: informes@certifical.com.pe

FR - 01/16 - 02
Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYO FQ N° 201031-008

Emitido en Lima, el 31 de Octubre de 2020

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Docosaheptaenoico C22:6w-3 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Linoleáidico C18:2n6t Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Grasa Saturada Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	30.45
Butírico C4:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Capríico C6:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Caprílico C8:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Capríico C10:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Undecanoico C11:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Láurico C12:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	2.63
Tridecanoico C13:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Mirístico C14:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Pentadecanoico C15:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Palmítico C16:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	27.82
Heptadecanoico C17:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Estearico C18:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Araquídico C20:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Eneicoico C21:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Behénico C22:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Tricosanoico C23:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01
Lignocérico C24:0 Límite de Cuantificación: 0.01 g/100g	g/100g	< 0.01

DETERMINACIONES	MÉTODO DE ENSAYO
Grasa Polinsaturada	AOAC 996.06 Fat. (Total Saturated and Unsaturated in food)
Grasa Saturada	AOAC 996.06 Fat. (Total Saturated and Unsaturated in food)
Grasa Monosaturada	AOAC 996.06 Fat. (Total Saturated and Unsaturated in food)

Observaciones:

- Este informe de Ensayo tiene una validez de 365 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.


 QUIM WILMA SARMIENTO ZAVALA
 JEFE DE DPTO LABORATORIO
 C.Q.P. N° 253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de CERTIFICAL S.A.C. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del protocolo o del lote ensajado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido ensajado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME.

 FQ - 01/10 - 02
 Página 2 de 2

Anexo 16: Programa para calculadora “Hp – 50G”.

Traslación horizontal de ecuaciones Lineal - Cuadrática y Lineal - Cúbica.

```
«{-68. -69. -72. -73. -80. -81. -82.} SF @activar banderas
{-79. -40. -3. -105.} CF @desactiva banderas
{fCUB fCUAD fLIN} PURGE @borra todas las variables que voy a crear
{Vy1 Vx1 C B Xep F2 F1 f2x c2 b2 a2 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN Yep} PURGE
{Yep Xep F2 F1 f3x d3 c3 b3 a3 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN} PURGE

«"ECUACIÓN 1: LINEAL" {"a=" "coeficiente de X"} {"b=" "constante"}} 2. 0.} { }
{20637.3017 -159.4559}
  IF INFORM
  THEN {a1 b1} STO
  END
  a1 X * b1 + 'f1x' STO
  » 'fLIN' STO @subprograma para la función lineal

«"ECUACIÓN 2: CUADRÁTICA" {"a=" "coeficiente de X^2"} {"b=" "coeficiente
de X"} {"c=" "constante"}} {2. 0.} { } {-8028650.1377 664872.8926 -13081.5513}
  IF INFORM
  THEN {a2 b2 c2} STO
  END
  a2 X 2. ^ * b2 X * + c2 + 'f2x' STO
  » 'fCUAD' STO @ subprograma para la función cuadrática

«"ECUACIÓN 3: CÚBICA" {"a=" "coeficiente de X^3"} {"b=" "coeficiente de X^2"}
{"c=" "coeficiente de X"} {"d=" "constante"}} {2. 0.} { } {6313.1001 -
2342.8402m313.5332 16.5775}
  IF INFORM
  THEN {a3 b3 c3 d3} STO
  END a3 X 3. ^ * b3 X 2. ^ * + c3 X * + d3 + 'f3x' STO
  » 'fCUB' STO @subprograma para la función cubica
« CLLCD
```

"QUE FUNCIONES TIENE:

[F1] LINEAL+CUADRATICA

[F2] LINEAL+CUBICA" 1. DISP 0 WAIT • zz

«

CASE zz 11.1 ==

THEN fLIN fCUAD @ejecuta los subprogramas antes creados para el caso que se está eligiendo

*« a1 X * 'F1' STO @crea la función lineal desplazada*

*'a2*X^2.+(a1*b2-2.*b1*a2)/a1*X+(b1^2.*a2-a1*b1*b2+a1^2.*c2)/a1^2.'* EVAL 'F2'

STO @crea la función cuadrática desplazada

F2 F1 - X ZEROS SORT 2 GET DUP 'X' STO 'Xep' STO F2 EVAL 'Yep' STO {X }

PURGE @calculo el punto de transición del rango elástico al plástico

*'(a1*b2-2.*b1*a2)/a1' EVAL 'B' STO '(b1^2.*a2-a1*b1*b2+a1^2.*c2)/a1^2.'*

*EVAL 'C' STO B NEG 2. a2 * / 'Vx1' STO*

*'(4.*a2*C-B^2.)/(4.*a2)' EVAL 'Vy1' STO @ cálculo del vértice o punto de rotura*

@PRESENTACION DE RESULTADOS

CLLCD "FUNCION LINEAL DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP

F1 SCROLL @mostrar la función lineal desplazada en la pantalla

CLLCD "FUNCION CUADRÁTICA DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP F2

SCROLL @muestra función cuadrática desplazada en la pantalla.

CLLCD "PUNTO DE TRANSICION EN EL TRAMO ELASTICO Y PLASTICO" 1.

DISP

"x = " Xep + 5. DISP

"y = " Yep + 7. DISP 0. WAIT DROP @ muestra el punto de transición del rango elast-plast.

CLLCD "PUNTO DE ROTURA O COLAPSO DE LA PROBETA" 1. DISP

"x = " Vx1 + 5. DISP

"y = " Vy1 + 7. DISP 0. WAIT DROP

{Vy1 Vx1 C B Xep F2 F1 f2x c2 b2 a2 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN Yep} PURGE

» EVAL

END @ejecuta la función lineal y cuadrática

zz 12.1 ==

```

THEN fLIN fCUB
  « a1 X * 'F1' STO @CREA LA FUNCION LINEAL DESPLAZADA
  'a3*X^3.+(b3-3.*a3*b1/a1)*X^2.+(3.*b1^2.*a3/a1^2.-
  2.*b3*b1/a1+c3)*X+(b3*b1^2./a1^2.-b1^3.*a3/a1^3.-c3*b1/a1+d3)' EVAL
  'F2' STO @crea la función cubica desplazada
  F2 F1 - X ZEROS 1. GET DUP 'X' STO 'Xep' STO F2 EVAL 'Yep' STO {X}
  PURGE @punto de transición del rango elástico al rango plástico

@PRESENTACION DE RESULTADOS
CLLCD "FUNCION LINEAL DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP F1 SCROLL
@muestro la función lineal desplazada
CLLCD "FUNCIÓN CÚBICA DESPLAZADA" 5. DISP 0. WAIT DROP F2 SCROLL
@muestra la función cubica desplazada
CLLCD "PUNTO DE TRANSICIÓN EN EL TRAMO ELÁSTICO Y PLÁSTICO" 1.
DISP
"x = " Xep + 5. DISP
"y = " Yep + 7. DISP 0. WAIT DROP @muestro el punto de transición del rango elast-
plast.
{Yep Xep F2 F1 f3x d3 c3 b3 a3 f1x b1 a1 fCUB fCUAD fLIN} PURGE
  » EVAL
  END
  END
  »
  » EVAL
  »

```

Anexo 17: Cargas admisibles para uniones de tres elementos de madera con un solo perno sometido a doble cizallamiento de acuerdo a su diámetro para el diseño de uniones de la armadura.

CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES EMPERNADAS DOBLE CIZALLAMIENTO "N" (KG)							
d CM	d PLG	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	
		P	Q	P	Q	P	Q
Espesor de la pieza central = 2,0 cm.							
0,63	1/4	1912 (195)	863 (88)	1285 (131)	569 (58)	735 (75)	33 (34)
0,95	3/8	2913 (297)	990 (101)	1922 (196)	657 (67)	1108 (113)	382 (39)
1,27	1/2	3883 (396)	1147 (117)	2560 (261)	765 (78)	1441 (151)	441 (45)
1,59	5/8	4854 (495)	1294 (132)	3197 (326)	863 (88)	1844 (188)	500 (51)
Espesor de la pieza central = 3,0 cm.							
0,63	1/4	2246 (229)	1216 (124)	1755 (179)	863 (88)	1108 (113)	500 (51)
0,95	3/8	4295 (438)	1491 (152)	2883 (294)	990 (101)	1657 (169)	579 (59)
1,27	1/2	5825 (594)	1726 (176)	3844 (392)	1147 (117)	2216 (226)	667 (68)
1,59	5/8	7286 (743)	1942 (198)	4795 (489)	1294 (132)	2765 (282)	755 (77)
Espesor de la pieza central = 4,0 cm.							
0,63	1/4	2511 (256)	1412 (144)	1961 (200)	1118 (114)	1255 (128)	667 (68)
0,95	3/8	4815 (491)	1971 (201)	3785 (386)	1314 (134)	2216 (226)	765 (78)
1,27	1/2	7639 (779)	2295 (234)	5119 (522)	1530 (156)	2952 (301)	892 (91)
1,59	5/8	9709 (990)	2589 (264)	6404 (653)	1716 (175)	3687 (376)	1000 (102)
1,90	3/4	11650 (1188)	2932 (299)	7679 (783)	1952 (199)	4433 (452)	1138 (116)
Espesor de la pieza central = 5,0 cm.							
0,95	3/8	5256 (536)	2216 (226)	4119 (420)	1648 (168)	2628 (268)	961 (98)
1,27	1/2	8345 (851)	2873 (293)	6404 (653)	1912 (195)	3687 (376)	1118 (114)
1,59	5/8	11935 (1217)	3236 (330)	8002 (816)	2148 (219)	4609 (470)	1255 (128)
1,90	3/4	14563 (1485)	3668 (374)	9601 (979)	2432 (248)	5531 (564)	1422 (145)
Espesor de la pieza central = 6,5 cm.							
0,95	3/8	5825 (594)	2550 (260)	4540 (463)	2020 (206)	2913 (297)	1245 (127)
1,27	1/2	9248 (943)	3383 (345)	7247 (739)	2481 (253)	4619 (471)	1451 (148)
1,59	5/8	13239 (1350)	4197 (428)	10405 (1061)	2795 (285)	5992 (611)	1628 (166)
1,90	3/4	17740 (1809)	4766 (486)	12484 (1273)	3168 (323)	7198 (734)	1844 (188)
Espesor de la pieza central = 8,0 cm.							
0,95	3/8	6325 (645)	2834 (289)	4913 (501)	2305 (235)	3119 (318)	1530 (156)
1,27	1/2	10042 (1024)	3776 (385)	7836 (799)	2971 (303)	5011 (511)	1785 (182)
1,59	5/8	14367 (1465)	4717 (481)	11258 (1148)	3442 (351)	7169 (731)	2010 (205)
1,90	3/4	19250 (1963)	5835 (595)	15141 (1544)	3893 (397)	8855 (903)	2275 (232)
Espesor de la pieza central = 9,0 cm.							
0,95	3/8	6629 (676)	3020 (308)	5129 (523)	2481 (253)	3226 (329)	1657 (169)
1,27	1/2	10513 (1072)	4011 (409)	8189 (835)	3197 (326)	5247 (535)	2010 (205)
1,59	5/8	15053 (1535)	5021 (512)	1177 (1200)	3874 (395)	7512 (766)	2256 (230)
1,90	3/4	20172 (2057)	6208 (633)	15828 (1614)	4384 (447)	9964 (1016)	2560 (261)

Anexo 18: Cargas admisibles para uniones de tres elementos de madera con un solo perno sometido a doble cizallamiento de acuerdo a su diámetro para el diseño de uniones de la armadura (Continuación).

CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES EMPERNADAS DOBLE CIZALLAMIENTO "N" (KG)								
d CM	d PLG	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C		
		P	Q	P	Q	P	Q	
		Espesor de la pieza central = 10,0 cm.						
0,95	3/8	6904 (704)	3187 (325)	5335 (544)	2648 (270)	3324 (339)	1775 (181)	
1,27	1/2	10964 (1118)	4246 (433)	8522 (869)	3413 (348)	5443 (555)	2226 (227)	
1,59	5/8	15691 (1600)	5305 (541)	12239 (1248)	4178 (426)	7836 (799)	2511 (256)	
1,90	3/4	21025 (2144)	6561 (669)	16465 (1679)	4874 (497)	10493 (1070)	2844 (290)	

d = Diámetro del perno

Anexo 19: Requisitos de espaciamiento mínimo de pernos.

Elementos cargados paralelamente al grano (Fig. 12.17)	A lo largo del grano	Espaciamiento entre pernos	4 d
		Distancia al extremo en tracción	5 d
		Distancia al extremo en compresión	4 d
Perpendicularmente a la dirección del grano	Perpendicularmente a la dirección del grano	Espaciamiento entre líneas de pernos	2 d*
		Distancia a los bordes	2 d
Espaciamiento entre líneas de pernos, s:			
Elementos cargados per- pendicularmen- te al grano (Fig. 12.18)	A lo largo del grano	para $\frac{\ell}{d} \leq 2$	s = 2.5 d
		para $\frac{\ell}{d} \geq 6$	s = 5 d
		para $2 \leq \frac{\ell}{d} \leq 6$	2.5 d ≤ s ≤ 5 d
Perpendicularmente a la dirección del grano	Perpendicularmente a la dirección del grano	Espaciamiento entre pernos	4 d
		Distancia al borde cargado	4 d
		Distancia al borde no cargado	2 d

d = diámetro del perno

(*) Si el espaciamiento entre líneas es mayor de 12.5 cm es recomendable usar elementos laterales separados para cada fila.

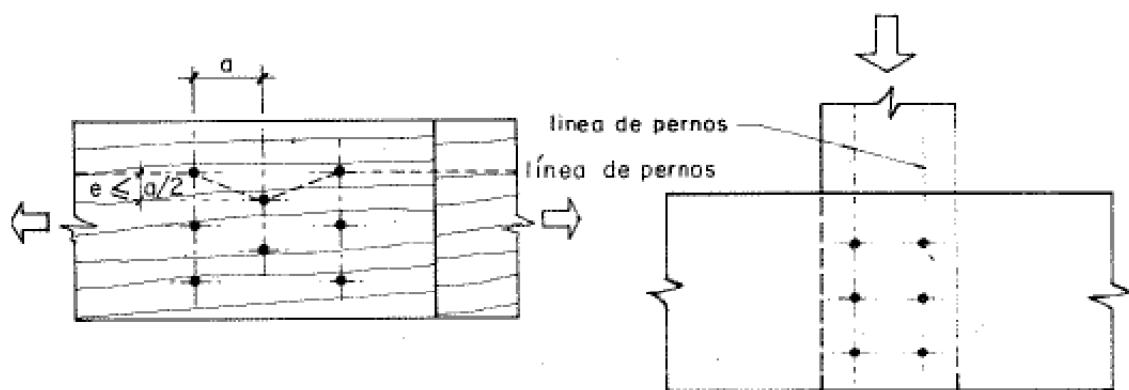
Anexo 20: Propiedades de escuadrillas comerciales de madera utilizados en el modelado en SAP2000 y diseño de la armadura (tercera etapa).

DIMENSIONES				AREA (cm ²)	EJE X		EJE Y		PESO (Kg/m)		
REAL	COMERCIAL				lx (cm ⁴)	Sx (cm ³)	ly (cm ⁴)	Sy (cm ³)	GRUPO		
b x h (cm)	b x h (pulg)								A	B	C
1.5 x 2	3/4 x 1	3.00	1.00	1.00	0.56	0.75	0.33	0.30	0.27		
1.5 x 4	3/4 x 2	6.00	8.00	4.00	1.13	1.50	0.66	0.60	0.54		
1.5 x 6.5	3/4 x 3	9.75	34.33	10.56	1.83	2.44	1.07	0.98	0.88		
1.5 x 9	3/4 x 4	13.50	91.13	20.25	2.53	3.38	1.49	1.35	1.22		
1.5 x 14	3/4 x 6	21.00	343.00	49.00	3.94	5.25	2.31	2.10	1.89		
1.5 x 19	3/4 x 8	28.50	857.38	90.25	5.34	7.13	3.14	2.85	2.57		
1.5 x 24	3/4 x 10	36.00	1728.00	144.00	6.75	9.00	3.96	3.60	3.24		
1.5 x 29	3/4 x 12	43.50	3048.63	210.25	8.16	10.88	4.79	4.35	3.92		
2 x 2	1 x 1	4.00	1.33	1.33	1.33	1.33	0.44	0.40	0.36		
2 x 4	1 x 2	8.00	10.67	5.33	2.67	2.67	0.88	0.80	0.72		
2 x 6.5	1 x 3	13.00	45.77	14.08	4.33	4.33	1.43	1.30	1.17		
2 x 9	1 x 4	18.00	121.50	27.00	6.00	6.00	1.98	1.80	1.62		
2 x 14	1 x 6	28.00	457.33	65.33	9.33	9.33	3.08	2.80	2.52		
2 x 19	1 x 8	38.00	1143.17	120.33	12.67	12.67	4.18	3.80	3.42		
2 x 24	1 x 10	48.00	2304.00	192.00	16.00	16.00	5.28	4.80	4.32		
2 x 29	1 x 12	58.00	4064.83	280.33	19.33	19.33	6.38	5.80	5.22		
3 x 2	1 1/2 x 1 1/2	6.00	2.00	2.00	4.50	3.00	0.66	0.60	0.54		
3 x 4	1 1/2 x 2	12.00	16.00	8.00	9.00	6.00	1.32	1.20	1.08		
3 x 6.5	1 1/2 x 3	19.50	68.66	21.13	14.63	9.75	2.15	1.95	1.76		
3 x 9	1 1/2 x 4	27.00	182.25	40.50	20.25	13.50	2.97	2.70	2.43		
3 x 14	1 1/2 x 6	42.00	686.00	98.00	31.50	21.00	4.62	4.20	3.78		
3 x 19	1 1/2 x 8	57.00	1714.75	180.50	42.75	28.50	6.27	5.70	5.13		
3 x 24	1 1/2 x 10	72.00	3456.00	288.00	54.00	36.00	7.92	7.20	6.48		
3 x 29	1 1/2 x 12	87.00	6097.25	420.50	65.25	43.50	9.57	8.70	7.83		
4 x 4	2 x 2	16.00	21.33	10.67	21.33	10.67	1.76	1.60	1.44		
4 x 6.5	2 x 3	26.00	91.54	28.17	34.67	17.33	2.86	2.60	2.34		
4 x 9	2 x 4	36.00	243.00	54.00	48.00	24.00	3.96	3.60	3.24		
4 x 14	2 x 6	56.00	914.67	130.67	74.67	37.33	6.16	5.60	5.04		
4 x 17	2 x 7	68.00	1637.67	192.67	90.67	45.33	7.48	6.80	6.12		
4 x 19	2 x 8	76.00	2286.33	240.67	101.33	50.67	8.36	7.60	6.84		
4 x 24	2 x 10	96.00	4608.00	384.00	128.00	64.00	10.56	9.60	8.64		
4 x 29	2 x 12	116.00	8129.67	560.67	154.67	77.33	12.76	11.60	10.44		
5 x 4	2 1/2 x 2 1/2	20.00	26.67	13.33	41.67	16.67	2.20	2.00	1.80		
5 x 6.5	2 1/2 x 3	32.50	114.43	35.21	67.71	27.08	3.58	3.25	2.93		
5 x 9	2 1/2 x 4	45.00	303.75	67.50	93.75	37.50	4.95	4.50	4.05		
5 x 14	2 1/2 x 6	70.00	1143.33	163.33	145.83	58.33	7.70	7.00	6.30		
5 x 17	2 1/2 x 7	85.00	2047.08	240.83	177.08	70.83	9.35	8.50	7.65		
5 x 19	2 1/2 x 8	95.00	2857.92	300.83	197.92	79.17	10.45	9.50	8.55		
5 x 24	2 1/2 x 10	120.00	5760.00	480.00	250.00	100.00	13.20	12.00	10.80		
5 x 29	2 1/2 x 12	145.00	10162.08	700.83	302.08	120.83	15.95	14.50	13.05		
6.5 x 6.5	3 x 3	42.25	148.76	45.77	148.76	45.77	4.65	4.23	3.80		
6.5 x 9	3 x 4	58.50	394.88	87.75	205.97	63.38	6.44	5.85	5.27		
6.5 x 14	3 x 6	91.00	1486.33	212.33	320.40	98.58	10.01	9.10	8.19		
6.5 x 17	3 x 7	110.50	2661.21	313.08	389.05	119.71	12.16	11.05	9.95		
6.5 x 19	3 x 8	123.50	3715.29	391.08	434.82	133.79	13.59	12.35	11.12		
6.5 x 24	3 x 10	156.00	7488.00	624.00	549.25	169.00	17.16	15.60	14.04		
6.5 x 29	3 x 12	188.50	13210.71	911.08	663.68	204.21	20.74	18.85	16.97		
9 x 9	4 x 4	81.00	546.75	121.50	546.75	121.50	8.91	8.10	7.29		
9 x 14	4 x 6	126.00	2058.00	294.00	850.50	189.00	13.86	12.60	11.34		
9 x 17	4 x 7	153.00	3684.75	433.50	1032.75	229.50	16.83	15.30	13.77		
9 x 19	4 x 8	171.00	5144.25	541.50	1154.25	256.50	18.81	17.10	15.39		
9 x 24	4 x 10	216.00	10368.00	864.00	1458.00	324.00	23.76	21.60	19.44		
9 x 29	4 x 12	261.00	18291.75	1261.50	1761.75	391.50	28.71	26.10	23.49		
14 x 14	6 x 6	196.00	3201.33	457.33	3201.33	457.33	21.56	19.60	17.64		
14 x 17	6 x 7	238.00	5731.83	674.33	3887.33	555.33	26.18	23.80	21.42		
14 x 19	6 x 8	266.00	8002.17	842.33	4344.67	620.67	29.26	26.60	23.94		
14 x 24	6 x 10	336.00	16128.00	1344.00	5488.00	784.00	36.96	33.60	30.24		
14 x 29	6 x 12	406.00	28453.83	1962.33	6631.33	947.33	44.66	40.60	36.54		
19 x 19	8 x 8	361.00	10860.08	1143.17	10860.08	1143.17	39.71	36.10	32.49		
19 x 24	8 x 10	456.00	21888.00	1824.00	13718.00	1444.00	50.16	45.60	41.04		
19 x 29	8 x 12	551.00	38615.92	2663.17	16575.92	1744.83	60.61	55.10	49.59		
24 x 24	10 x 10	576.00	27648.00	2304.00	27648.00	2304.00	63.36	57.60	51.84		
24 x 29	10 x 12	696.00	48778.00	3364.00	33408.00	2784.00	76.56	69.60	62.64		
29 x 29	12 x 12	841.00	58940.08	4064.83	58940.08	4064.83	92.51	84.10	75.69		

Anexo 21: Factor de reducción de la carga admisible en función del número de pernos por línea paralela a la dirección de la carga aplicada.

Tipo de Elemento Lateral	Número de Pernos por Línea				
	2	3	4	5	6
1. Uniones con elementos laterales de madera	1.00	0.92	0.84	0.76	0.68
2. Uniones con elementos laterales de acero	1.00	0.94	0.87	0.80	0.73

Fuente: (PADT REFORT, 1984).



Anexo 22: Imágenes de la distribución de probetas en viguetas, con sus respectivas medidas de acorde a las exigencias de las normas.

Figura 103

Trazado de probetas en la vigueta A.



Figura 104

Trazado de probetas en la vigueta B.



Figura 105

Trazado de probetas en la vigueta 1.



Figura 106

Trazado de probetas en la vigueta 2.



Figura 107

Trazado de probetas en la vigueta 3.



Figura 108

Trazado de probetas en la vigueta 4.



Figura 109

Trazado de probetas en la vigueta 5.



Figura 110

Trazado de probetas en la vigueta 6.



Figura 111

Trazado de probetas en la vigueta 7.



Figura 112

Trazado de probetas en la vigueta 8.



Figura 113

Trazado de probetas en la vigueta 9.



Figura 114

Trazado de probetas en la vigueta 10.



Figura 115

Probeta para los ensayos de contenido de humedad, densidad y contracción.

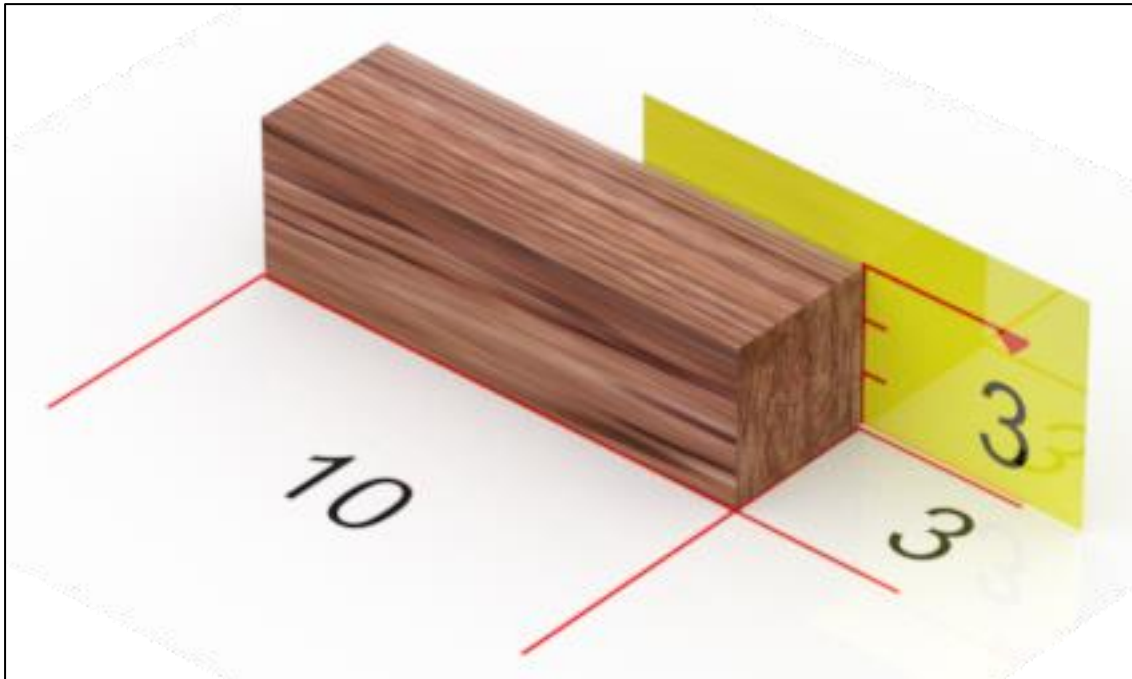


Figura 116

Probeta para ensayo de compresión paralela a la fibra.

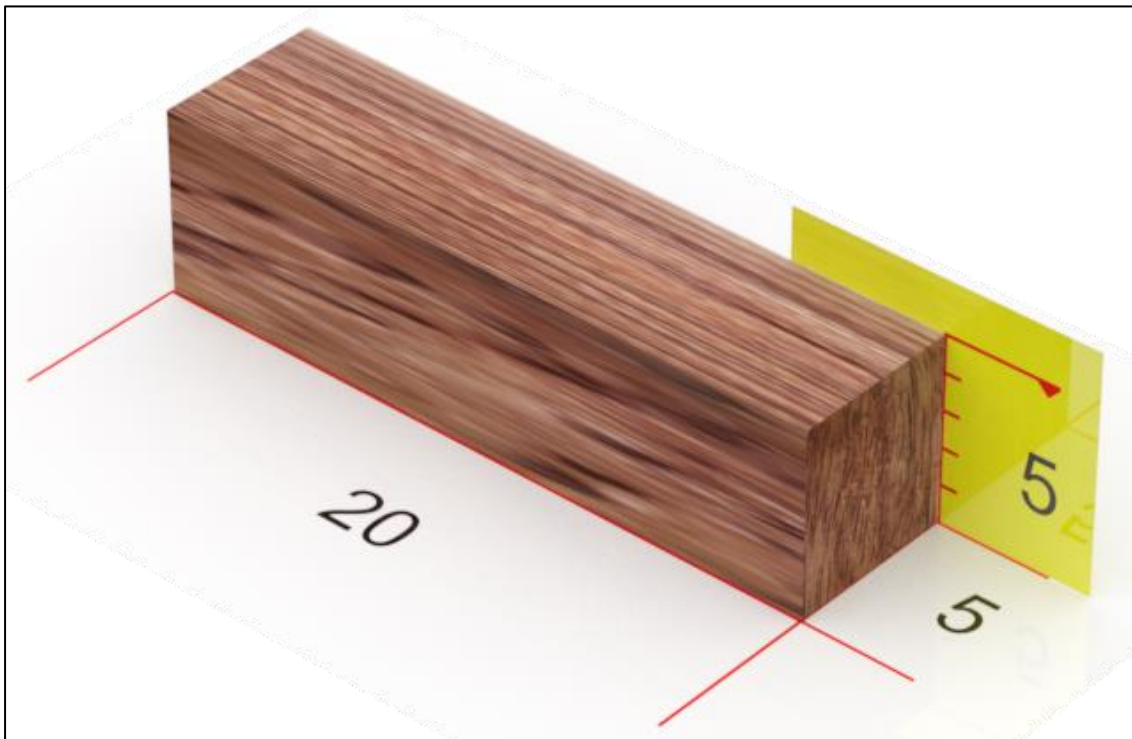


Figura 117

Probeta para los ensayos de compresión perpendicular a la fibra y dureza.

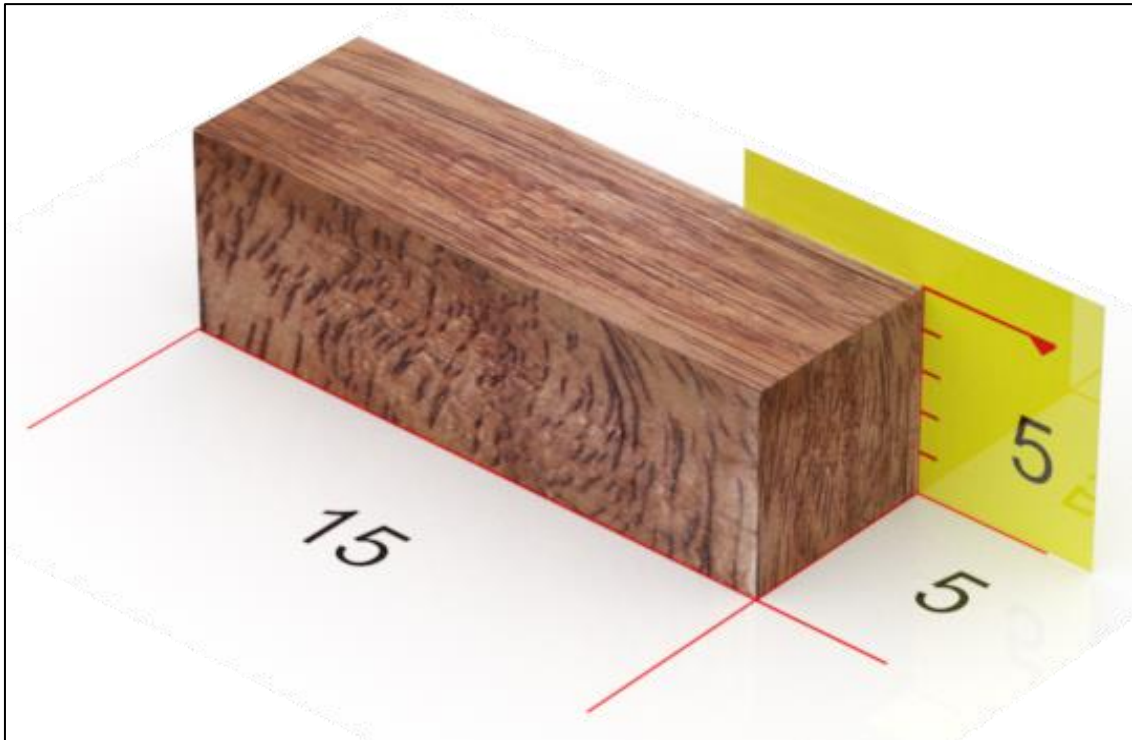


Figura 118

Probeta para ensayo de tracción paralela a la fibra.



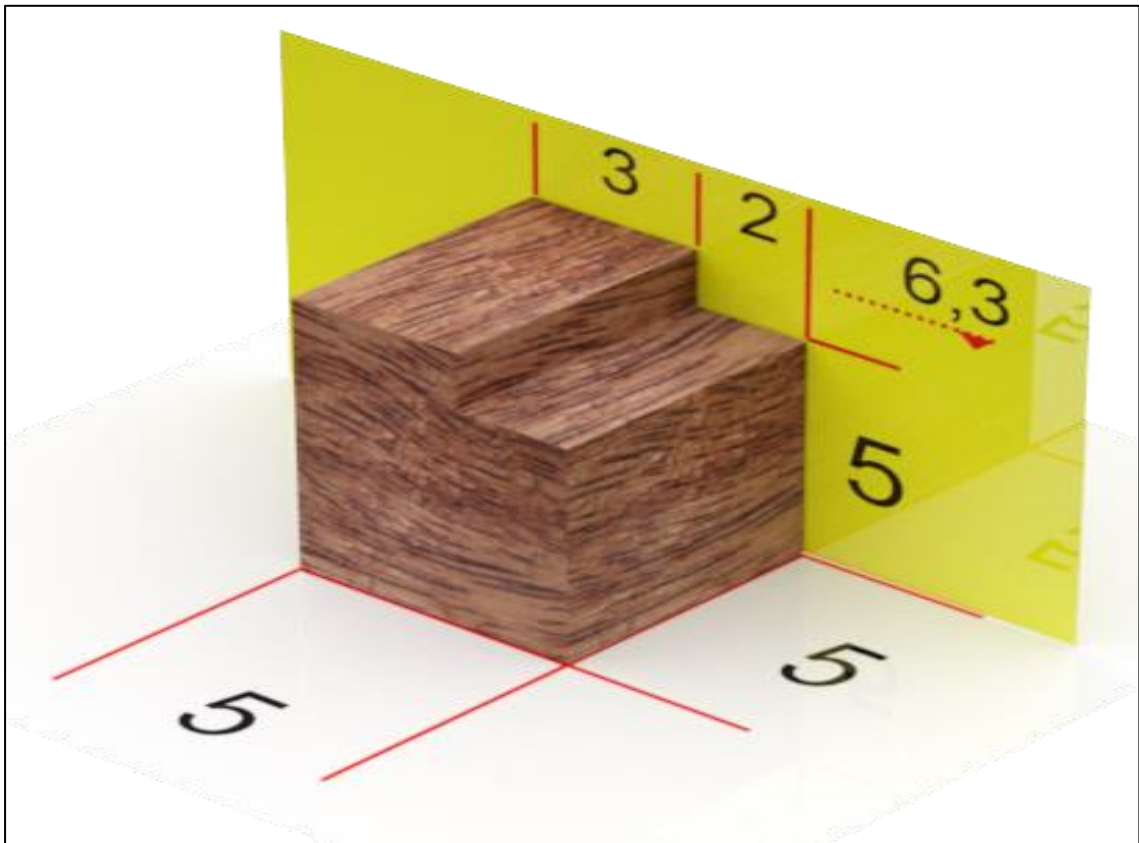
Figura 119

Probeta para ensayo de flexión estática.



Figura 120

Probeta para ensayo de corte paralelo a la fibra.



Anexo 23: Panel fotográfico.



Foto 1: Parcela N° 51, caserío Santa Fé de Monterrico, distrito de Santa María de Nieva, provincia de Condorcanqui, región Amazonas.



Foto 2: Selección de árbol “Cedrelinga cateniformis”, se observa el árbol N° 01.



Foto 3: Toma de coordenadas del árbol seleccionado N° 01.

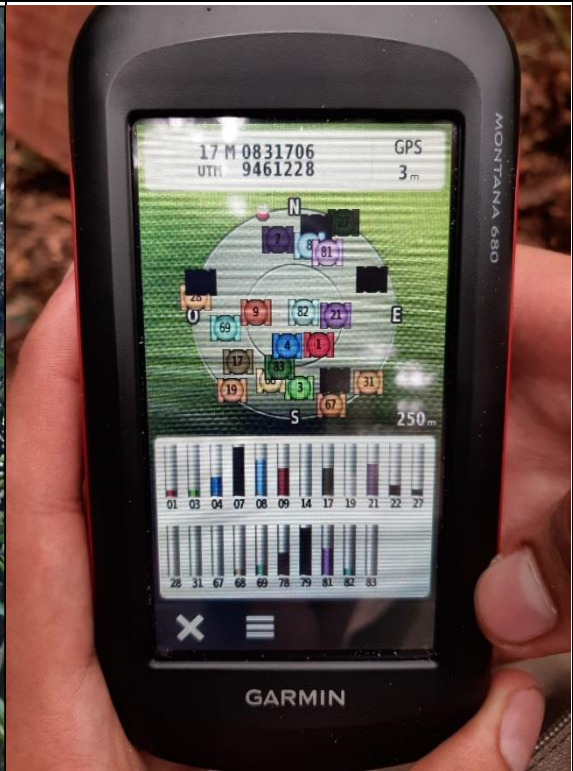


Foto 4: Se muestra coordenadas del árbol N° 01.



Foto 5: Talado del árbol N° 01.



Foto 6: Derrame de árbol N° 01.



Foto 7: Toma de datos y trazado de la troza.



Foto 8: Troza de L= 2.60 m.



Foto 9: Corte de la troza de 2.60 m.



Foto 10: Trazado de tablonces de 3" y 4" para fácil transporte del bosque a caserío.

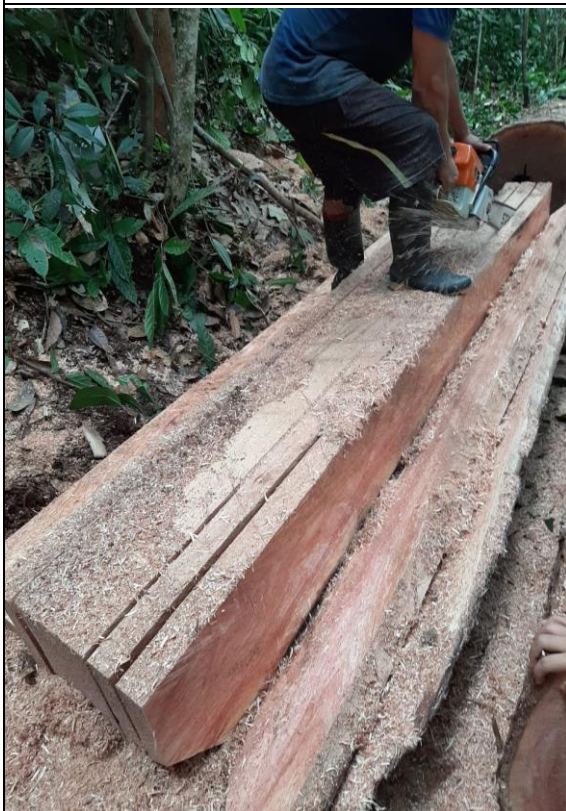


Foto 11: Corte de la troza para la obtención de tablonces de 3" y 4".



Foto 12: Carguío y transporte de tablonces de madera.



Foto 13: Apilamiento de tablones de madera en caserío.



Foto 14: Trazado de tablones, para la obtención de viguetas.



Foto 15: Corte de tablones para la obtención de viguetas.



Foto 16: Foto con los propietarios del bosque Santo Domingo.



Foto 17: Acondicionamiento de las viguetas que se obtuvieron.



Foto 18: Acondicionamiento de viguetas para su transporte.



Foto 19: Foto del Árbol N° 2.



Foto 20: Hojas para Identificación Botánica y almacenamiento en herbario de la UNTRM.



Foto 21: Viguetas descargadas y acondicionadas en carpintería, ciudad de Chachapoyas.



Foto 22: Cepillado de viguetas en carpintería.



Foto 23: Acondicionamiento de viguetas en sus dimensiones reales.



Foto 24: Habilitación de probetas para su curado con grasa de vacuno.



Foto 25: Curado de probetas con grasa de vacuno.



Foto 26: Superficie de grasa de vacuno en probeta, por el método de pincelado.



Foto 27: Embalado de probetas con cinta plástica para su transporte a la ciudad de Lima.



Foto 28: Habilitación y codificación de probetas en el laboratorio CITEmadera, sede Lima.



Foto 29: Máquina universal, propiedad del laboratorio CITEMadera, sede Lima.



Foto 30: Toma de pesos de probetas para los ensayos físicos, contenido de humedad, densidad y contracción.



Foto 31: Acondicionamiento de probetas para ser sumergidas en agua.



Foto 32: Llenado de depósitos hasta sumergir en su totalidad a las probetas.



Foto 33: Identificación de cara radial y tangencial de las probetas, para el ensayo físico de contracción.



Foto 34: Toma de medidas de ancho, espesor y longitud de las probetas, con la herramienta micrómetro.



Foto 35: Señalización del punto medio de las caras, de las probetas a ensayar.



Foto 36: Proceso de secado al horno de las probetas para obtener el estado Anhidrido.



Foto 37: Proceso de enfriamiento en campanas desecadoras de vidrio.



Foto 38: Probeta sometido a flexión en la Maquina Universal.



Foto 39: Probeta en su punto de rotura luego de haber sido sometido a flexión.



Foto 40: Señalizado de la falla, en el ensayo mecánico de flexión estática.



Foto 41: Probeta sometida a Tracción paralela a las fibras.



Foto 42: Señalizado de falla, de probeta sometida a cizallamiento.



Foto 43: Probeta sometido a compresión perpendicular a la fibra.



Foto 44: Muestras para contenido de humedad, extraídos de las probetas que fueron sometidos a compresión paralela a la fibra.



Foto 45: Equipo de investigadores de CITE maderas, sede Lima.

Anexo 24: Plano en planta y detalles estructurales de armaduras, de la especie maderable Cedrelinga cateniformis, por el método de curado de pincelado e inmersión.

