



**“FABRICACIÓN DE PISOS DE INGENIERÍA EN MADERA DE MASCAREY
(*Hyeronima alchorneoides* Allem) EN LA EMPRESA PISMADE S.A., CANTÓN
RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”**

ELABORADO POR:

DIEGO JAVIER HARO RAMIREZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

RIOBAMBA-ECUADOR

2015

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado:

“FABRICACIÓN DE PISOS DE INGENIERÍA EN MADERA DE MASCAREY (*Hyeronima alchorneoides Allem*) EN LA EMPRESA PISMADE S.A., CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”, de responsabilidad del señor egresado Diego Javier Haro Ramirez, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Eduardo Cevallos

DIRECTOR

Ing. Norma Lara V.

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

Riobamba, enero 2015

DEDICATORIA

A Dios quien ha sabido guiar mi camino y ha sido la fuente de inspiración y esperanza para alcanzar mis metas.

A mis padres Crisólogo y Blanca.

A mi Hija María Paz.

A mis hermanos Crisólogo y Jean.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento más sincero a Dios y la Virgen, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, con la Escuela de Ingeniería Forestal y a sus honorables profesores que me formaron con sus conocimientos y consejos durante mis estudios académicos.

Al tribunal de tesis conformados por los Ingenieros Eduardo Cevallos y Norma Lara que supieron compartir su saber, experiencia para la realización de este documento.

Al Ingeniero José paredes quien compartió conmigo sus conocimientos de una manera muy enriquecedora profesional y personalmente con su asesoramiento oportuno y técnico en mi trabajo de titulación.

A Karen Erazo quien me ha brindado su apoyo.

A mi hija María Paz fuente de mi inspiración y deseo de superación.

A mi familia Haro Ramírez por su apoyo incondicional y valores

Al Lcdo. Crisológo Haro mi Padre por permitirme ser parte de este maravilloso proyecto y guiarme siempre con su ejemplo de lucha y perseverancia. Y en especial a mi madre Blanca quien ha sido la persona que me motivo e impulso para culminar con mis estudios de una manera responsable y me lleno de su cariño y amor incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	PÁGINA
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE GRAFICOS	iii
LISTA DE ANEXOS	iv
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	31
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	83
VI. CONCLUSIONES	172
VII. RECOMENDACIONES	174
VIII. RESUMEN	175
IX. SUMMARY	176
X. BIBLIOGRAFÍA	177
XI. ANEXOS	178

LISTA DE CUADROS

N.	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Propiedades físico-mecánicas del mascarey	7
2.	Propiedades físicas del seique.....	9
3.	Propiedades mecánicas del seique.	9
4.	Separación de las tablas en el apilado de la madera para su secado	24
5.	Dimensiones de las probetas utilizadas en los ensayos.	33
6.	Clasificación y dimensiones de probetas para los ensayos mecánicos.	43
7.	Ensayos para pisos, dimensiones y normas.	76
8.	Curvas de secado de la madera de mascarey en la cámara de secado contenido de humedad inicial mayor al 30%.	83
9.	Probetas para el ensayo de contenido de humedad y densidad del mascarey.....	87
10.	Valores promedios experimentales del ensayo de resistencia a la flexión estática	87
11.	Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey en estado verde.	88
12.	Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey en verde.....	90
13.	Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey en verde	91
14.	Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey seco al horno	92
15.	Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey seco al horno.....	95
16.	Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey seco al horno.	97
17.	Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1) y base de plywood fenólico.....	98
18.	Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1) y base de plywood fenólico.....	100
19.	Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey (M.S.L1).....	101
20.	Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1) y base de plywood fenólico.....	102
21.	Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1) y base de plywood fenólico.....	104
22.	Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey sin laca (M.S.L1)	105
23.	Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2) y base de plywood fenólico.....	106

24. Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2) y base de plywood fenólico.....	108
25. Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey con laca (M.C.L2).	110
26. Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2´) y base de plywood fenólico.....	111
27. Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2´) y base de plywood fenólico.....	113
28. Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey con laca (M.C.L2´).	114
29. Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3) y base de MDP.....	115
30. Prueba de flexión estática teorica con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3) y base de MDP.....	117
31. Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique sin laca (S.S.L3).....	118
32. Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3´) y base de MDP.....	119
33. Prueba de flexión estática teorica con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3´) y base de MDP.....	121
34. Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique sin laca (S.S.L3´).....	122
35. Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique con laca (S.S.L. 4) y base de MDP.....	123
36. Prueba de flexión estática teorica con probetas de seike con laca (S.S.L. 4) y base de MDP.....	125
37. Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique con laca (S.S.L 4)....	126
38. Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique con laca (S.S.L. 4´) y base de MDP.....	127
39. Prueba de flexión estática teorica con probetas de seique con laca (S.S.L. 4´) y base de MDP.....	129
40. porcentajes de error Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique con laca (S.S.L 4).....	130
41. Valores promedios experimentales del ensayo de compresión.....	131
42. Prueba de compresión con probetas ensambladas de mascarey a la fecha y pega EPI.	131

43. Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras en verde con pega EPI.....	134
44. Prueba de compresión con probetas de mascarey seco al horno	135
45. Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras seco al horno.	139
46. Prueba de compresión con probetas ensambladas de mascarey en verde.....	140
47. Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras a la fecha.	144
48. Prueba de compresión con probetas ensambladas de mascarey seco al horno con pega EPI.....	145
49. Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras seco al horno con pega EPI.....	147
50. Valores promedios experimentales del ensayo de dureza.....	148
51. Ensayo de dureza probetas de mascarey en condiciones en verde.	149
52. Ensayo de dureza probetas de mascarey seco al horno indentado con poro.....	149
53. Ensayo de dureza probetas de mascarey seco al horno indentado sin poro.....	150
54. Ensayo de dureza probetas de mascarey con pega epi en verde.	150
55. Ensayo de dureza probetas de mascarey con pega epi seco la horno con poro.	151
56. Ensayo de dureza probetas de mascarey y pega epi seco al horno sin poro.	151
57. Ensayo de dureza probetas de mascarey sin laca y plywood fenólico M.S.L 1.	152
58. Ensayo de dureza probetas de mascarey sin laca y plywood fenólico M.S.L 1´.	152
59. Ensayo de dureza probetas de mascarey con laca y plywood fenólico M.C.L 2.....	153
60. Ensayo de dureza probetas de mascarey con laca y plywood fenólico M.C.L 2´.....	153
61. Ensayo de dureza probetas seique sin laca y mdp S.S.L 3.	154
62. Ensayo de dureza probetas de seique sin laca y mdp S.S.L 3´.	154
63. Ensayo de dureza probetas de seique con laca y mdp S.C.L 4.	155
64. Ensayo de dureza probetas de seique con laca y mdp S.C.L 4´.....	155
65. valores promedios experimentales del ensayo de abrasión.....	157

LISTA DE GRAFICOS

N.	CONTENIDO	PÁGINA
1.	Curva de secado del mascarey con temperatura del bulbo seco en horas.....	84
2.	Curva de secado del mascarey con temperatura del bulbo húmedo en horas.	84
3.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey a la fecha.....	89
4.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey en verde....	91
5.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey seco al horno.	94
6.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey seco al horno.	97
7.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey sin laca (M.S.L.1).	99
8.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey sin laca (M.S.L.1).....	101
9.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey sin laca (M.S.L.1´).....	103
10.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey sin laca (M.S.L.1´).	105
11.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2).....	107
12.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2).....	110
13.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2´).	112
14.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teorica con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2´).....	114
15.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique sin laca (S.S.L.3).....	116
16.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de seique sin laca (S.S.L.3).....	118
17.	Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique sin laca (S.S.L.3´).....	120

18. Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de seique sin laca (S.S.L.3´).....	122
19. Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique con laca (S.C.L.4).....	124
20. Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de seique con laca (S.C.L.4).....	126
21. Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique con laca (S.C.L.4´).	128
22. Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teorica con probeta de seique con laca (S.C.L.4´).	130
23. Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascarey en con pega EPI.	133
24. Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascarey seca al horno en condiciones normales.	138
25. Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascarey a la fecha con pega EPI.....	143
26. Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascare seco al horno con pega EPI.	146

LISTA DE FIGURAS

N°	CONTENIDO	Página
1.	Partes del tronco de un árbol.....	15
2.	Estructura microscópica de las maderas frondosas.....	15
3.	Proceso de fabricación de tableros de partículas MDP.....	18
4.	Línea de aserradero tipo Ari.	20
5.	Línea de aserrado tipo Bonany.	20
6.	Tratamiento por inmersión de la madera.	22
7.	Apilado de la madera para su secado al aire libre.....	23
8.	Distintas formas de presentación del agua en la madera.	25
9.	Centro de Producción BONA Malmo Suecia	27
10.	Croquis de la Empresa Pismade S.A.....	31
11.	Selección de tabloncillos de mascarey para fabricación de probetas a la fecha	32
12.	Prensa Universal para ensayos mecánicos de la madera	43
13.	Recepción de los bloques de mascarey	49
14.	Corte de bloques de mascarey en cierra de cinta.	50
15.	Preservación de la madera en tina con sales	51
16.	Emparrillado de los tabloncillos de mascarey	52
17.	Pre secado de los tabloncillos de mascarey al aire.	53
18.	Secado en horno de los tabloncillos de mascarey.....	54
19.	Medición de la humedad higroscópica utilizando el higrómetro durante el proceso de secado.....	55
20.	Acondicionado de los tabloncillos de mascarey en la cámara.....	56
21.	Cepillado del tabloncillo de mascarey.	57
22.	Canteado de tabloncillos de mascarey.	58
23.	Dimensionado en la sierra múltiple del tabloncillo de mascarey	59
24.	Cepillado de las 4 caras en la moldurera del tabloncillo de mascarey.....	60
25.	Saneado por defectos de piezas y largos en la escuadradora.	61
26.	Laminado del tabloncillo de mascarey.	62
27.	Ranurado de las planchas de plywood fenólico	63
28.	Corte de planchas de plywood en la escuadradora	64
29.	Encolado del plywood y láminas de mascarey.	65
30.	Prensado del piso de ingeniería de mascarey.....	66

31. Curado o masillado de las tablillas de piso de ingeniería.	67
32. Lijado y calibrado de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey	68
33. Machihembrado de puntas en maquina perfiladora de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey.....	69
34. Machiembrado de los cantos en moldurera.	70
35. Lacado de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey.....	71
36. Descripción del proceso de lacado utilizando laca BONA.....	72
37. Encartonado del piso de ingeniería listo para su instalación.	72
38. Instalación tipo flotante del piso de ingeniería.	73
39. Fabricación de las probetas de mascarey para los ensayos mecánicos con y sin laca. 74	
40. Fabricación de las probetas de seique para los ensayos mecánicos con y sin laca.	75
41. Probetas de mascarey y seique con y sin laca previo a los ensayos de flexión y dureza en el laboratorio.	75
42. Ensayo de Adhesión de la laca la madera de mascarey y seique.....	82
43. Pesaje de las probetas de mascarey para la determinación del contenido de humedad y densidad.	85
44. Banco óptico de alta resolución con cámara incorporada utilizado para la obtención de fotografía de las distintas probetas de mascarey y seique lacados y sin laca	156
45. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey con laca y abrasivo lija N° 60. 159	
46. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey sin laca y abrasivo lija N° 60. .161	
47. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique con laca y abrasivo lija N° 60.....	162
48. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique sin laca y abrasivo lija N° 60.	164
49. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey con laca y abrasivo lija N° 80. 165	
50. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey sin laca y abrasivo lija N° 80. .167	
51. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique con laca y abrasivo lija N° 80.....	169
52. Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique sin laca y abrasivo lija N° 80.	171

LISTA DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	Página
1.	Fotos de la fabricación de probetas ensambladas para ensayos de flexión y dureza con pega EPI.....	178
2.	Fotos de los ensayos mecánicos en el laboratorio	179

I. FABRICACIÓN DE PISOS DE INGENIERIA EN MADERA DE MASCAREY (*Hyeronima alchorneoides* Allem) EN LA EMPRESA PISMADE S.A., CANTON RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

II. INTRODUCCIÓN.

El piso de Ingeniera de madera es conformado por laminas con espesores que comprenden los 2 hasta 4 mm en su capa superior, las capas internas están constituidas de 3 o más tablillas, con otro tipo de madera de variable espesor, o tablero contrachapado de láminas de madera solida tratada(plywood fenólico), a diferencia del piso solido este material se presenta listo para instalar, **el piso de ingeniería permite ser lijado y pulido, en caso de accidentes o reparaciones**, tal como lo haría en un piso solido de madera

El mascarey es una Especie forestal comúnmente conocida como motilón, calum calum en la región amazónica Ecuatoriana. Corteza agrietada-escamosa en arboles adultos, corteza interna rosada rojiza, follaje con hojas viejas rojizas o anaranjadas, hojas con escamas peltadas y estipulas caedizas, raramente infladas, peciolos ligeramente engrosados, y curvados en la base, y ápice, inflorescencia en panícula de racimos, fruto una drupa elíptica mayor a 2 cm de largo.

Se encuentra en bosques húmedos de la región amazónica y flancos andinos hasta 2800 msnm. Estratos: Bosque Siempre Verde Andino Montano, Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte, Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó.

Los usos del mascarey son diversos como Elaboración de muebles finos de alta calidad ya sea lineales o torneados, partes visibles de estos, gabinetes, chapas decorativas y carpintería en general. Dado que es una madera muy pesada, recomendamos se utilice para la elaboración de muebles fijos como roperos de pared, gabinetes de cocina y ventanales; para muebles movibles como camas, sillas, mesas, pisos, esquineras y muebles de jardinería, recomendamos minimizar los grosores normalmente utilizados, con el objetivo de reducirle peso al mueble

El seique es una especie forestal conocida como chuncho, tseik entre sus características más relevantes presenta una corteza fuertemente fisurada, hojas en arboles jóvenes de hasta 2 m de largo, en arboles adultos 60 o más cm, 3-4 pares de pinnas, glándulas planas sobre el

raquis, inflorescencia en panícula terminal de cabezas, flores con numerosos estambres. Fruto una vaina plana, segmentada, hasta 60 cm de largo.

Se encuentra en los Bosques húmedos amazónicos, < 1200 msnm. Estratos: Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte, Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonia.

Los usos del seique son diversos como en estructuras, carpintería en obra, mueblería, carrocería, construcciones medianas y embarcaciones.

Su potencial es variado como: pulpa y papel, chapas decorativas, embalajes, encofrados, **pisos**, pasos de escaleras, machihembrado, sócalo, cielo raso y paneles.

A. JUSTIFICACIÓN.

La Industria de pisos de ingeniería de madera actualmente se encuentra en desarrollo por tal motivo es muy importante conocer datos técnicos como la absorción de humedad y las resistencias a la dureza, flexión y compresión del mascarey (*Hyeronima alchorneoides Allem*) madera que servirá de material de aporte por tal motivo es necesario la construcción y elaboración de un nuevo piso de Ingeniería aplicando tablero de contrachapado fenólico y recubierto por una lámina de 3,7 mm de mascarey , con la obtención de estos datos, se contribuirá de una manera técnica y científica en las industrias que se encargan de este procesamiento.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Fabricar pisos de ingeniería en madera de mascarey (*Hyeronima alchorneoides Allem*), en la empresa Pismade S.A., cantón riobamba, provincia de chimborazo.

2. Objetivos específicos

- a. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera de ingeniería en mascarey (*Hyeronima alchorneoides Allem*), a producirse en la empresa Pismade S.A.
- b. Explicar el proceso de fabricación de la madera de ingeniería.
- c. Comparar los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de mascarey producida en Pismade S.A. con el tabler de MDP con lámina de seique.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis Nula

La fabricación de pisos de ingeniería con tablero de contrachapado fenólico y lamina de 3.7 mm de (mascarey) no tiene mejores propiedades físicas y mecánicas que el piso de MDP con lamina de (seique) y por ende no tendrá una mayor durabilidad.

2. Hipótesis Alternante

La fabricación de pisos de ingeniería con tablero de contrachapado fenólico y lamina de 3.7 mm de (mascarey) tiene mejores propiedades físicas y mecánicas que el piso de MDP con lamina de (seique) y por ende tendrá una mayor durabilidad.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES

Según Kenny Ch. (1999), El bosque ocupa un lugar importante en el recorrido hacia la industrialización, haciéndose necesario el conocimiento de la capacidad de producción de los bosques. Desde este punto de vista la demanda de investigaciones en el aspecto forestal se debe a la mayor necesidad de la población la cual aumenta y con ello el requerimiento de su mejor nivel de vida de estos fenómenos determinan una mayor necesidad de productos e industrias forestales como el papel, la madera para construcción y como fuente de combustible, herramientas, alimentos y protección que siempre ha proporcionado el bosque a través de los tiempos.

Los bosques y la industria forestal tienen relaciones de diverso tipo. Estas relaciones pueden consistir simplemente en una conexión floja basada en las compras mercantiles o en una asociación estrecha basada en contratos a largo plazo. A veces convergen en una sola organización estas dos funciones diferentes, por ejemplo cuando una empresa forestal desarrolla sus capacidades manufactureras o cuando una empresa industrial adquiere terrenos boscosos y los maneja para producir su propia materia prima. Esta cooperación e intercambio de influencias provocan una adaptación de las estructuras administrativas de los recursos forestales y de la industria elaboradora de la madera.

(<http://www.fao.org/docrep/n9800s/n9800s04.htm>)

B. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES A INVESTIGAR

1. Mascarey (*Hieronyma alchorneoides*).

a. Clasificación taxonómica

Según Richter, H.G., Dallwitz, M.J. 2000, la clasificación taxonómica de *Hieronyma alchorneoides* es la siguiente:

Orden: *Malpighiales*

Familia: *Phyllanthaceae*

Género: *Hieronyma*

Especie: *H. alchorneoides*

Nombre científico: *Hieronyma alchorneoides*

Nombre común: Mascarey

(http://es.wikipedia.org/wiki/Hieronyma_alchorneoides)

b. Descripción botánica

1) Aspectos generales

Es un árbol que se encuentra en el Pacífico Central, Sur, Norte y Caribe. Entre sus principales características, están que alcanza los 50 m de altura, es abundante, su madera tiene un mediano valor, es usado para hacer plantaciones forestales,

(http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies_plantaciones/HIERONYMA%20ALCHORNEOIDES/Manual%20Hieronyma%20alchornoides.pdf)

2) Corteza

Corteza exfoliante en láminas delgadas, corteza externa parda-rojiza, fisurada, la interna presenta coloración rosada o ligeramente rojiza, contiene gran cantidad de taninos (COSEFORMA 1998; CATIE 1997).

3) Hojas

Tiene hojas simples alternas muy grandes, con estípulas mayores a 5 cm de largo al final de las ramas. Las hojas viejas se tornan rojizas-anaranjadas y producen un látex de color rojizo.

4) Flor

Dioicas, incospiscuas, blanco amarillentas muy pequeñas, flor con dos órganos; a veces solo presenta una estructura sexual.

c. Distribución ecológica

Es un árbol que se encuentra en el Pacífico Central, Sur, Norte y Caribe La zona de distribución natural de esta especie va desde México hasta la cuenca del Amazonas brasileño o y hasta las islas de las Indias Orientales (Franko, 1990; González, 1995), esta especie se adapta bien hasta los 1000 msnm, con rangos de precipitación y temperatura anual de 3000 a 4000 mm y de 20 a 28 ° C, Se trata de una especie ubicada en los estratos medios del bosque lluvioso, frecuente en las zonas de vida “bosque húmedo tropical” y “bosque muy húmedo tropical”, según el sistema de clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1987).

d. Propiedades Físico-mecánicas

Cuadro 1 Propiedades físico-mecánicas del mascarey

Densidad básica	0.63 g/cm ³	muy pesada	Módulo de elasticidad	122641 kg/cm ²	medio
Movimiento	4.93 %	alto	Cizalle	96 kg/cm ²	medio
Relación de contracción	2.06	normal	Dureza janka	703 kg	media
Punto saturación de fibras	29		Compresión perpendicular	101 kg/cm ²	medio

Fuente: www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=NJ0HVd3EAeew8wePjIDwCA&gws_rd=ssl#q=propiedades+fisicas+y+mecanicas+del+mascarey&spell=1

2. Seike (*Cedrelinga catenaeformis*)

a. Clasificación taxonómica.

Según (Ducke 1994), la clasificación sistemática de *Cedrelinga catenaeformis* es la siguiente:

Orden: *Fabales*

Familia: *Fabaceae*

Género: *Cedrelinga*

Especie: *Cedrelinga catenaeformis* (DUCKE) DUCKE 1994

Nombre científico: *Cedrelinga catenaeformis*

Nombre común: Seique

(http://es.wikipedia.org/wiki/Cedrelinga_cateniformis)

b. Descripción botánica.

1) Aspectos generales

Árbol perennifolio con alturas de 25 m a 40 m y diámetros de 60 cm a 150cm pudiendo alcanzar alturas de hasta 50 m y diámetros de 200 cm, fuste recto con raíces tablares en la base, Copa globosa e irregular con ramificación amplia.

2) Corteza

La corteza es fisurada con grietas longitudinales y profundas de color pardo oscuro en arboles maduros y más claro en arboles jóvenes, el grosor de la corteza varia de 2-3cm.

3) Hojas

Hojas alternas compuestas, disposición dística, bipinnadas con dos o cuatro pares de pinnulos aovados, desiguales en la base y acuminados, de 6 a 9cm de largo y de 2,5 a 5cm de ancho, lustrosas, glabras con estipulas laterales caducas. Presentan una glándula caediza entre las pinnulas y una en la base del raquis.

4) Flores

Inflorescencias en cabezuelas terminales o axilares, pedúnculos, flores hermafroditas, sésiles, cáliz sub-glabro de 1mm de largo con cinco sépalos triangulares, corola con cinco lóbulos de color verdusco o amarillo, de 4mm de largo, alrededor de 40 estambres insertos en la corola en su parte media ovario supero.

5) Fruto

El fruto es un lomento membranoso de 5 a 6 cm de ancho con tres i mas segmentos que al madurar se desprenden en artejos helicoidales, oblongo-ovales el fruto llega a medir hasta 50 cm de largo dependiendo el número de artejos.

c. Distribución ecológica

Se distribuye naturalmente en Ecuador, Colombia, Perú y Brasil en América del Sur, su distribución altitudinal varia de 120 a 800 msnm, con precipitaciones anuales de 2500 a 3800 mm y temperaturas promedio de 23 a 38 ° C, especie de sucesión secundaria relativamente tolerante cuando está en sus primeras etapas para después volverse eliofita cuando adulta; tiene una amplia distribución ecológica se encuentra en las formaciones de bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical y bosque seco tropical, crece en una amplia variedad de suelos y climas no es muy exigente en cuanto a requerimiento de nutrientes.

d. Propiedades Físico-Mecánicas

Cuadro 2 Propiedades físicas del seique.

Densidad (gr/cm ³)	Verde	Seco al aire	Básica
	0,75-0,95	0,45-0,55	0,37-0,42
Contracción Normal en %	Tangencial	Radial	Relación T/R
	5,40	2,50	2,30

Fuente: www.ecuadorforestal.org/download/contenido/seique.pdf

Cuadro 3 Propiedades mecánicas del seique.

Flexión Estática	ELP 328 Kg/cm ²
	MOR 698 kg/cm ²
	MOE 90 Ton/cm ²
Compresión Paralela	ER 333 kg/cm ²
	ELP 41 kg/cm ²
Dureza	Lados 267 kg
	Extremos 417 kg

Fuente: www.ecuadorforestal.org/download/contenido/seique.pdf

C. DEFINICION FABRICACION.

Una fábrica es un lugar físico o virtual donde se produce algún objeto, material o servicio. Normalmente el vocablo «fábrica» se asocia con un lugar físico donde se procesan materias primas, pero en la economía moderna también se extiende el concepto a los lugares virtuales donde se generan servicios, por extensión del proceso de transformación de ideas en servicios útiles, como software o capacitación.

Se trata de un tipo de Industria bastante más compleja que los precedentes por tanto la especificidad del producto requiere distintas líneas de fabricación, almacenajes intermedios, equipos muy variados, líneas de acabado etc.

1. Procesos de producción

Un proceso de producción es cualquier actividad económica que genera un valor agregado. Estos procesos pueden someterse a diversos análisis para enfrentar los problemas que llegan a desarrollar, como la mejora de su eficiencia por medio de la automatización, los métodos que sirvan para ampliar la productividad, lo mismo en busca de la optimización de la calidad o la sustentación económica. Un proceso de producción es cualquier actividad económica que genera un valor agregado. Estos procesos pueden someterse a diversos análisis para enfrentar los problemas que llegan a desarrollar, como la mejora de su eficiencia por medio de la automatización, los métodos que sirvan para ampliar la productividad, lo mismo en busca de la optimización de la calidad o la sustentación económica.

Se habla en general de cuatro procesos de producción: por lotes, procesos continuos, en cadena y tipo proyecto; los cuales, se definen a continuación:

- a. **Procesos por lotes.** Este modo es muy conocido ya que se emplea en grandes empresas productoras. Generalmente la organización se divide en plantas, cada una se especializa en una parte del producto final. El producto llega en cierto estado inicial y va recorriendo cada planta hasta verse completado. Para completar cada área se requiere de operadores de la maquinaria, esta se distribuye a manera de que la producción siga un curso. Los lotes se van armando según el costo que genera la disposición de las máquinas y el tamaño de las series de producto. La industria que ejemplifica y mejor desarrolla este modelo es alguna pequeña fábrica textil.
- b. **Procesos continuos.** En este caso se trata de procesos en donde una red de depósitos forma una serie que la materia prima debe recorrer para transformarse en el producto final. Aquí no es tan imprescindible la intervención de personal en cada área, sino que se requiere de pocas personas que supervisen y realicen actividades discretas, es decir, el proceso es meramente automatizado. Las refinerías u otras procesadoras se desenvuelven en este tipo de procesos.
- c. **Procesos en cadena.** Muchas personas realizan actividades dentro de la fábrica con ritmos precisos dependientes de los avances de los avances previos. Se arma una cadena que transporta el producto según su proceso, el cual depende de las actividades de quienes

operan la maquinaria que a la vez completan procesos que las máquinas no pueden efectuar.

- d. Procesos tipo proyecto.** Aquí la producción se desarrolla en un sitio específico que cumple con las condiciones adecuadas para el trabajo o que es el área a ser aprovechada. Este método requiere planificación y programación antes de comenzar la ejecución. Se concibe que los laboratorios o pozos petroleros siguen este tipo de proceso para su producción.

D. GENERALIDADES DE PISOS DE MADERA.

Medina G (2002), menciona que las primeras aplicaciones de la madera como pavimento fueron las cubiertas de los navíos construidos hacia el año 3.000 AC. Por los pueblos egipcios y en las naves púnicas y griegas. Ya entonces desarrollaron una técnica de entablado entre cuyas juntas aplicaban para mejorar, la estanqueidad una mezcla de estopa y betún.

El templo del Rey Salomón, hacia el siglo X AC, tenía planchas de ciprés en el Santo de los Santos (1 Reyes 6,16).

Desde antiguo el hombre ha empleado la madera como pavimento, fundamentalmente como protección frente a la humedad y contra el frío. En efecto, las primeras aplicaciones de la madera como revestimiento de suelos fueron fundamentalmente con funciones estructurales. Eran los antecedentes de lo que hoy conocemos como entablados. A veces clavados, en otros casos simplemente apoyados, los tablones, generalmente de escuadrías en torno a los 30 cm de anchura y 4 cm de grosor se adosaban por sus cantos cumpliendo una misión básicamente de protección contra la humedad y contra el frío.

La palabra parquet es de origen francés, en cuyo idioma parece que a su vez es diminutivo de la palabra «pare», entendido en el sentido de barrera o cerramiento que define un espacio. Ese espacio era inicialmente el reservado a los jueces y abogados en las cortes de justicia y al Rey y los Notables en los palacios. Esta zona estaba notablemente sobre elevada, estableciendo una suerte de jerarquía entre los funcionarios de la justicia y los cortesanos. Estas tarimas estaban generalmente constituidas por tablas o tablones de roble machihembradas y afianzadas sobre rastreles.

A comienzos del siglo XVII empieza a utilizarse la palabra parquet como sinónimo de pavimento de madera tal y como la entendemos actualmente.

Durante el Renacimiento francés el parquet reemplazó progresivamente a los pavimentos pétreos (granito, mármol) en los famosos chateaux del Loira, y especialmente en los de países nórdicos y centroeuropeos que disponían de amplios y productivos bosques, y lo hace por razones de peso: su buen comportamiento térmico y acústico y sus excelentes cualidades decorativas.

Se incorporaron en primera instancia las maderas de frondosas europeas, explotándose en cada zona las especies próximas: roble y haya en Centro Europa, coníferas y abedul en los Países Nórdicos, castaño, encina, fresno y otras en los países mediterráneos. Posteriormente se fueron incorporando las maderas de árboles frutales (cerezo, peral) y finalmente las maderas de ultramar.

Los primeros parquets se inspiran en las composiciones del mármol italiano. Las lamas se agrupan en losetas dispuestas en diagonal o paralela- mente a los muros. Surgen así diseños que han llegado hasta nuestros días: Chantilly, Versailles, Aremberg aunque el más famoso es el Versailles.

En estos primeros paneles, los elementos de las losetas se ensamblaban mediante caja y espiga y se afirmaban mediante falsas espigas. Sus dimensiones se relacionaban con las de los huecos de la edificación, con la posición y situación de elementos arquitectónicos como chimeneas y lámparas y con las dimensiones de las salas. Cada elemento dentro del cuadrado recibía su nombre: batiente, cuadradillo, faja de encuadramiento.

En los siglos XVII y XVIII, el parquet alcanza su grado máximo de refinamiento y complejidad. Es la época de la marquetería, del parquet como obra de arte. A la riqueza y variedad de especies se incorporan otros materiales como marfil, nácar, cuero y metales.

Poco a poco el parquet desciende de los palacios y empieza a ocupar lugares públicos y dependencias administrativas (palacios de justicia, comercios, iglesias, farmacias etc), y casi siempre ocupando pequeñas superficies.

A finales del siglo XVII y comienzos del XVIII el parquet se convierte en una verdadera moda. Se simplifican los trabajos de ejecución, comienza las primeras instalaciones con tabla o tablones clavados directamente sobre soleras o sobre rastreles. Poco a poco se tiende hacia la popularización y al mismo tiempo a la simplificación. Los entarimadores trabajan con un número reducido de modelos, la marquetería desaparece. Durante el siglo XIX, el parquet entra en las casas de la burguesía y prosigue la simplificación. Las lamas: se acortan, se encuentran diseños más sencillos que se han empleado con gran éxito hasta nuestros días, como el parquet a la inglesa con junta libre o regular .

El parquet «Punta Hungría» parquet en espiga, con sus diversas variantes. Paulatinamente se abandona el parquet en losetas, paneles o elementos ensamblables para dar paso a elementos lineales que se montan «in situ» dando lugar a diseños sencillos en los que se practican a lo sumo pequeñas mecanizaciones como cortes a inglete o cajeados.

A comienzos del siglo XX el parquet todavía conserva su carácter de revestimiento noble pero cada vez más popularizado. La fabricación de los elementos de parquet se industrializa, y alrededor de esta industria surgen una serie de oficios conexos: entarimadores, soleristas, enrastreladores y lijadores.

a. Las primeras normas del parquet.

En el año 1906 se regulariza en Francia las medidas del machihembrado, el grosor de las tablas y las calidades del roble. Hasta ese momento y con el nacimiento de la industrialización se habían obligado en el mercado tres espesores a saber: (24, 27 y 30) mm. En el año 1906 se fundó en colaboración con la escuela de (Artes y Oficios) un patrón de 27 mm de grosor.

El machihembrado de este patrón es adoptado por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) que lo denominará «Machihembrado París», con una ranura y lengüeta de 7 mm de anchura para poder clavar y montar las láminas sin impedimento y sin riesgo de abertura. El machihembrado se sujeta al lado derecho, y el cepillado se limita a los lados y la cara.

Hacia 1920-1930 comienzan a reducir las maderas más habituales. Con la intención de proveer a la industria por una parte, y por otra de experimentar elementos de grandes medidas comienza el empleo de la madera de pino, elaborándose lamas de 24, 27 y 32 mm. El crecimiento de este mercado es magnífico, desplazando en la siguiente década al parquet de roble.

Principales productores de pino de ingeniería en el mundo

- Kahrs
- Tarkett

El aspecto de las lamas y sus dimensiones tratan en principio de imitar a las tablas de tarima, incluyendo el machihembrado perimetral para el montaje de las lamas.

Otra circunstancia no menos importante es su simplicidad de ensamblaje que le hace accesible directamente al consumidor por lo que su comercialización ya no se limita a los canales tradicionales y empieza también en los grandes centros comerciales y centros de bricolaje.

b. Innovaciones actuales

Medina G (2002), Después de casi dos décadas trayectoria en las que progresivamente los pisos de madera fueron perdiendo terreno ante el avance de otros materiales de revestimiento, y aprovechando la afirmación de los valores medioambientales, la vuelta a lo natural, a lo auténtico, los parquets conocen una época de evolución y de crecimiento sostenido.

Entre las siguientes variación, los distintos tipos de pisos técnicos, formados por paneles o losetas de madera montadas sobre pedestales regulables en altura y que tantas y tantos diversos usos ha encontrado en la pavimentación de locales de uso como

- público,
- oficinas,
- salas de ordenadores,
- bibliotecas.

E. LA MADERA.

Se llama madera al conjunto de tejidos del xilema que forman el tronco, las raíces y las ramas de los vegetales leñosos, excluida la corteza. Desde el punto de vista comercial, únicamente se aprovecha la madera de los árboles, es decir, vegetales leñosos de ciertas dimensiones.

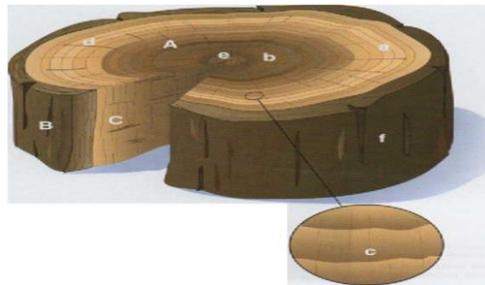
a. Anatomía de la madera.

Para estudiar la estructura macroscópica y microscópica de la madera, dada su heterogeneidad, se establecen tres planos o secciones:

1. Transversal: Perpendicular al eje o rama del tronco
2. Radial: Pasa por el eje y un radio de la rama del tronco
3. Tangencial: paralela a un plano tangente al tronco, o al anillo de crecimiento.

Estas células forman la estructura particular de la madera, y explican su naturaleza heterogénea y anisótropa. En virtud de ello, las características de las maderas varían de un punto a otro, y también sus resistencias se modifican según las direcciones consideradas. Pérez (1983)

Figura 1 Partes del tronco de un árbol



- A. SECCION TRANSVERSAL
- B. SECCION TANGENCIAL
- C. SECCION RADIAL
- D. ALBURA
- E. DURAMEN
- F. ANILLOS DE CRECIMIENTO
- G. RADIOS LEÑOSOS
- H. MEDULA
- I. CORTEZA

Fuente: La madera y su anatomía.

Figura 2 Estructura microscópica de las maderas frondosas



Fuente: La madera y su anatomía.

Sección A. transversal 1 vaso, 2 parénquima longitudinal, 3 radio leñoso

Sección B. Radial, 4 elemento vascular, 5 parénquima longitudinal, 6 células erectas, 7 células procumbentes, 8 radio leñoso heterogéneo, 9 fibrotraqueidas

Sección C. Tangencial, 10 radio leñoso multiseriado, 11 fibrotraqueidas

F. PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE PISOS DE INGENIERÍA.

Los pisos de madera de ingeniería están hechos de contrachapado con una cobertura de madera.

La materia prima que se utiliza es la siguiente:

a. En la capa vista:

Madera aserrada, perfectamente seca, de 25 mm de espesor (o múltiplos de estas dimensiones) de anchura variable, entre 40 y 150 mm y largo variable.

b. En el alma:

Existen las siguientes posibilidades:

- Madera aserrada de 50 mm de espesor y anchura variable, siempre superior a 100 mm.
- Tablero de 10 a 12 mm de espesor.

c. En la contra capa: Chapa de desenrollo de 1.5mm.

G. FABRICACIÓN DE TABLEROS.

La fabricación de estos productos adquiere mayor demanda en el mercado para uso de ebanistería, carpintería e industria de diferentes productos.

a. Tableros contrachapados.

El contrachapado, también conocido como multilaminado, plywood, triplay o madera terciada, es un tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor. Esta técnica mejora notablemente la estabilidad dimensional del tablero obtenido respecto de madera maciza.

Vignote S, Martínez I (2006), mencionan que esta industria elabora la madera en rollo para la obtención de chapas y tablero contrachapado. La línea de fabricación del tablero contrachapado y su maquinaria correspondiente es la siguiente.

1. Línea de fabricación - Maquinaria utilizada.

Tronzado	Tronzadora
Descortezado.....	Descortezadora
Estufado	Depósito de cocido o vaporizador
Cilindrado	Torno de desenrollo
Desenrollo.....	Torno de desenrollo
Cizallado	Cizalladora
Secado.....	Túnel de secado
Encolado	Encoladora de rodillos
Armado	Mesa de armar
Prensado.....	Prensa de platos calientes
Curado.....	Almacén
Escuadrado.....	Escuadradora
Lijado	Lijadora-calibradora

2. Tablero de partículas MDP.

Es un tablero formado por la unión de partículas de madera mediante adhesivos termoendurecibles. El proceso de fabricación y maquinaria utilizada es la siguiente:

Línea de fabricación	Maquinaria utilizada
Descortezado.....	Descortezadora de tambor
Formación de partículas...	Astilladora, molinos y viruteadora
Secado	Secadora de partículas
Clasificado	Cribadora
Encolado	Encoladora
Formado	Formadora
Preprensado.....	Preprensa
Prensado.....	Prensa de platos calientes
Curado.....	Enfriador-Almacén
Escuadrado.....	Escuadradora
Lijado	Lijadora-Calibradora

Figura 3 Proceso de fabricación de tableros de partículas MDP



Fuente: Novopan del Ecuador S.A.

H. EL ASERRADO.

La industria del aserrado es aquella que elabora la madera en rollo para la obtención de madera aserrada. Puede obtener otros productos, pero siempre complementarios, como es el caso, de costeros, aserrín, residuos sólidos o corteza, puede secar o no la madera, o pueden realizar una preparación posterior de la madera aserrada, tal como puede ser el cepillado o moldurado, incluso puede completar el ciclo y realizar productos de segunda transformación, como suele ser frecuente la fabricación de paletas de cargas o palets.

La tecnología utilizada para realizar el aserrado se puede clasificar en dos grandes sistemas según si lo que se busca es aprovechar las cualidades de la materia prima o lo que busca es conseguir la máxima productividad.

a. Tipos de sistemas de aserradero

Los tipos de sistemas de aserraderos presentes en la Industria son:

1. Sistema de aserrado clásico.

Es un sistema basado en la posibilidad de que se pueda mover la troza a aserrar en cualquier posición con respecto a la sierra de corte para obtener el corte que más calidad proporcione a la madera aserrada obtenida

2. Descortezado

Tiene como función separar la corteza de la madera, primero para que los residuos que se obtengan valgan más dinero, al ser residuos limpios de impurezas y segundo porque en la corteza suele haber piedras e impurezas que pueden ser la causa de un desgaste rápido de las sierras o de su rotura.

La sierra circular es un disco dentado unido a un eje dotado de movimiento a través de una transmisión que recibe movimiento de un motor.

3. Sierra desdobladora o reaserradero.

Tiene como función dar cortes paralelos a los de referencia realizados por la sierra de carro, separados entre sí el grueso de la tabla que se quiere obtener.

4. Canteadora.

Esta máquina realiza dos cortes a cada pieza obtenida de las otras máquinas, perpendiculares a los de referencia y en dirección axial, distanciados entre si el ancho de la tabla que se quiere obtener.

5. Retesteadora.

Esta máquina realiza cortes perpendiculares a los de referencia y en dirección transversal a la madera, determinando la longitud de la tabla que se quiere obtener y saneando los defectos principales de la pieza.

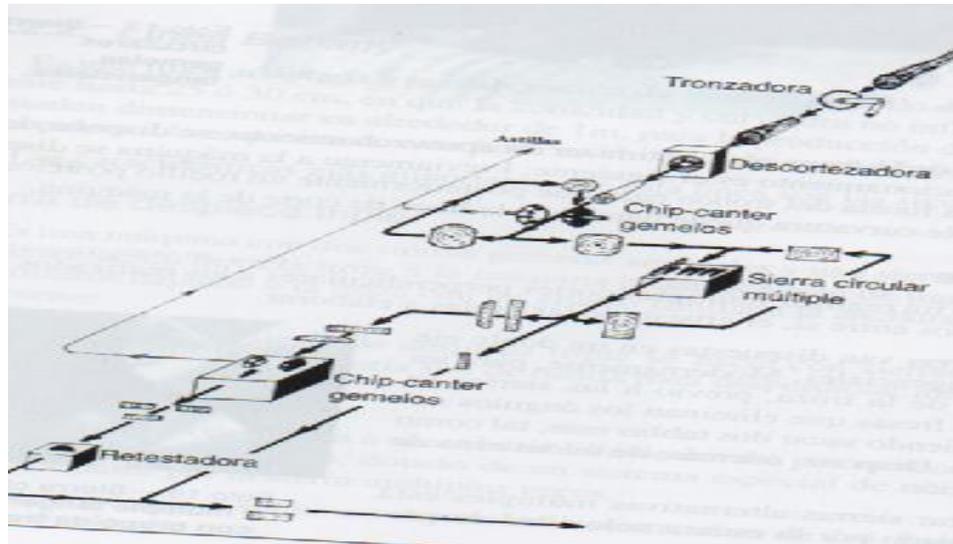
6. Sistema de aserrado automático.

Son algunas líneas que se pueden establecer como sistema de aserrado automático aquí se van a establecer las dos siguientes.

7. Línea Ari o similares.

Está adaptada al aserradero de madera de diámetro entre 20 y 40 cm, recta y relativamente cilíndrica la disposición es la siguiente:

Figura 4 Línea de aserradero tipo Ari.

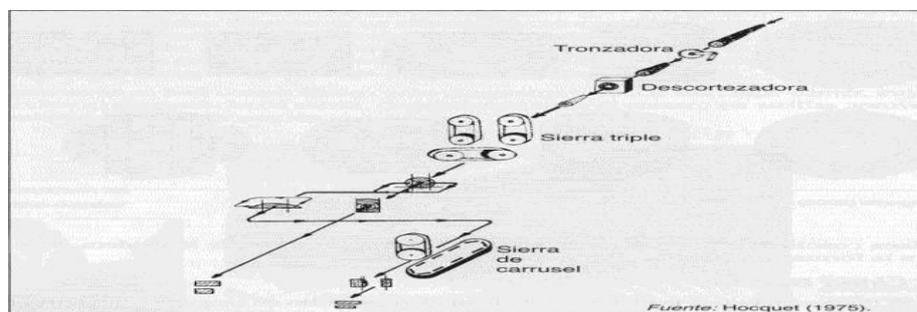


Fuente: Vignote S, Martínez I (2006).

8. Línea Bonany

Es una línea adaptada a la elaboración de madera en rollo de pequeño diámetro, normalmente hasta 25 o 30 cm, en que la conicidad y curvatura no influyen mucho, pues ñas trozas se suelen dimensionar en al alrededor de un metro para la elaboración de tablillas de envase o tablas para palet.

Figura 5 Línea de aserrado tipo Bonany.



Fuente: Vignote S, Martínez I (2006).

9. Sierra de despiece triple

Es una maquina con dos sierras gemelas verticales y una sierra horizontal fija. El sistema de alimentación lleva la troza a la maquina produciéndose de una pasada la eliminación de tres costeros dejando a ala troza con un grueso similar a la anchura de las tablas que se quiere obtener.

10. Re aserradora carrusel

Es una maquina destinada a asacar la tablilla de envase por medio de múltiples corte realizados en una des dobladora, dotado de un sistema especial de retorno de las piezas, para obligarles a pasar por la sierra múltiples veces.

Existen muchas otras formas de realizar el aserrado, su exposición sería engorrosa y no llevaría a nada concreto, sólo quiere indicarse una serie de sistemas que buscan aserrar optimizando los despieces de forma más automática.

I. PRESERVACION.

El tratamiento de la madera empieza por, en función de los requerimientos de durabilidad a que vaya a estar expuesta la madera, realizar una buena elección de especie. Al igual que existen maderas resistentes mecánicamente, en mayor o menor grado, existen maderas resistentes, en mayor o menor grado, a los agentes bióticos o abióticos que degradan la madera. Sólo cuando, por distintas razones no se puedan utilizar las especies adecuadas u la durabilidad exigida por el destino, es cuando se debe realizar el tratamiento

a. Tratamientos superficiales

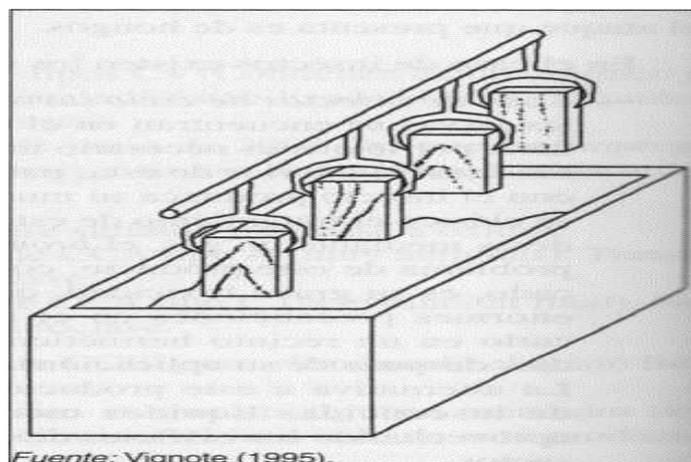
Estos tratamientos se caracterizan porque la penetración del protector en la madera apenas supera unos milímetros de profundidad.

Son indicados para prevenir los ataques superficiales de insectos de ciclo larvario, para prevenir de forma temporal los ataques de hongos y para proteger de la luz y en cierta medida del fuego, es decir, adecuado a las maderas clasificadas en las clases de riesgo 1, 2 y en parte 3. No son indicados en clases de riesgo 4 y 5 tales como es el caso de ataques de hongos de pudrición (caso de que la madera vaya a estar expuesta a riesgos de humedad más menos constantes), o del ataque de termitas, como es el caso de maderas situadas en el interior de los edificios.

Este método de impregnación se utiliza bajo las modalidades:

1. **Inmersión breve:** Aprovecha la gran penetración que sucede en los primeros momentos para obtener un grado de protección bastante aceptable aunque insuficiente para condiciones muy expuestas.
2. **Inmersión prolongada:** Consiste en sumergir la madera en un tiempo relativamente largo hasta conseguir el grado de protección necesario.
3. **Inmersión caliente y fría:** Consiste en variar la temperatura del protector para conseguir disminuir la presión capilar así facilitar la penetración al calentar la madera se facilita la salida de aire de una parte de los poros de la madera, al enfriarse produce un vacío y con ello mayor penetración. La duración del tratamiento suele ser de 6 horas en caliente y de 2 a 24 horas en el protector frío.

Figura 6 Tratamiento por inmersión de la madera.



Fuente: Vignote (1995).

J. COMPOSICIÓN DE LAS PILAS DE MADERA.

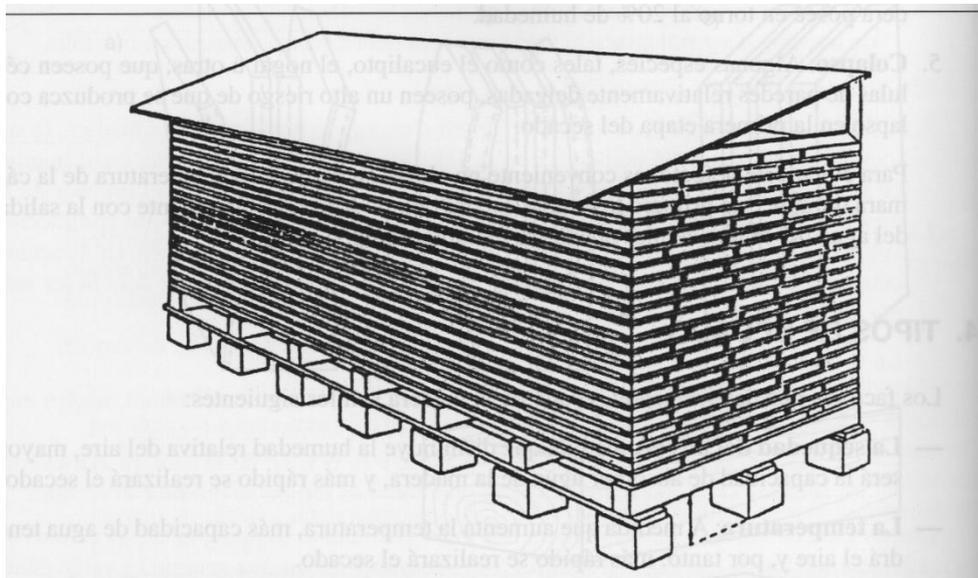
Edez J, Conde M (1997), menciona que La importancia de un correcto enrastrelado de las pilas de madera y de la correcta disposición de las pilas en el interior del secadero jamás será suficientemente enfatizada, ya que tienen una gran influencia en la calidad final de la madera.

Una buena y homogénea circulación de aire en el conjunto de la carga es fundamental para que la madera se seque correctamente. Al pasar el aire a través de las pilas de madera se enfría y se carga de humedad, por lo que es necesario mantener su capacidad de secado conforme atraviesa las pilas regulando adecuadamente su velocidad, caudal y distribución. La regulación se efectúa actuando sobre los ventiladores y, en menor medida, eligiendo el tamaño de los rastreles.

Como el aire cargado de humedad pesa más que el aire seco, la pila de madera debe levantarse del suelo entre 30 y 50 cm, de forma que el aire húmedo pueda circular por debajo.

Como la lluvia humedece la madera, conviene disponer de un pequeño tejadillo, que además protege a la pila del sol, que aunque parezca que puede ser beneficioso no lo es, dado que sólo seca la cara expuesta, creando un desequilibrio que lleva consigo el alabeo de la pieza.

Figura 7 Apilado de la madera para su secado al aire libre.



Fuente: Vignote (1995).

La madera debe separarse entre sí para poder dejar circular el aire, para lo cual se utilizan los rastreles. Las características de estos rastreles deben ser las siguientes:

El valor de la separación debe guardar relación con el grueso de las tablas que se secan. A modo de indicación se adjunta la siguiente tabla válida para resinosas:

Cuadro 4 Separación de las tablas en el apilado de la madera para su secado

Grueso de las tablas a secar (mm)	Grueso de los rastreles (mm)	Espaciamiento de los rastreles (mm)
≤ 20	20	0,3 a 0,5
20 a 30	25	0,4 a 0,5
30 a 40	30	0,6 a 0,8
40 a 60	35	0,6 a 0,8
60 a 80	40	0,9 a 0,10
\geq	45	1,0

Fuente: Edez J y Conde M, (1997).

K. SECADO DE LA MADERA.

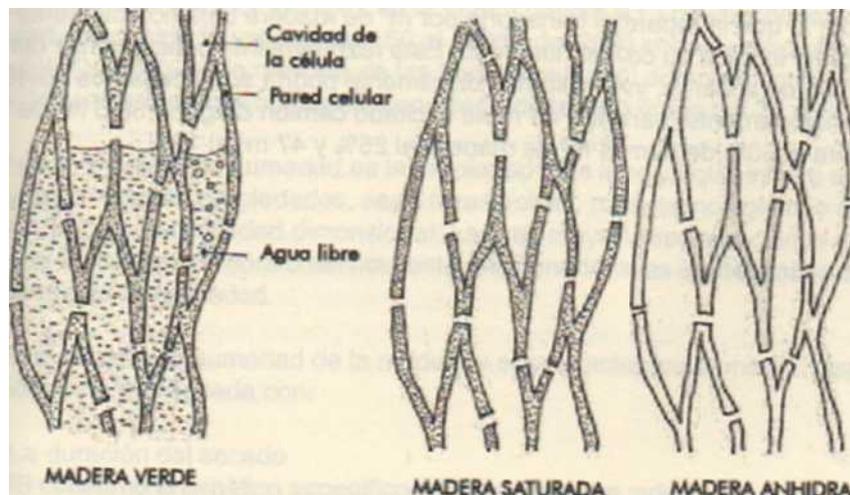
Vignote S, Martinez I (2006), menciona que existe una gran diferencia entre la cantidad de agua contenida en el árbol vivo y la que debe poseer la madera para su correcta puesta en servicio. Por esta razón, se hace completamente necesaria la eliminación del agua sobrante antes de proceder a la fabricación de los productos finales. La eliminación previa de esta agua excedentaria es necesaria por las siguientes razones:

- Para reducir los cambios dimensionales de la madera en servicio
- Para evitar las deformaciones (abarquillado, alabeo, curvados) que aparecen en la madera como consecuencia de su secado.
- Para facilitar la mecanización
- Para eliminar el riesgo de ataque por hongos.
- Para reducir el peso en el transporte

Para conseguir este fin lo más rápidamente posible son necesarias las tres acciones siguientes:

- Suministrar el calor necesario para producir la evaporación del agua.
- Provocar el desplazamiento de la humedad desde el interior de la pieza hasta la superficie.
- Arrastrar de la superficie de la pieza el vapor de agua resultante de la evaporación.

Figura 8 Distintas formas de presentación del agua en la madera.



Fuente: Edez J y Conde M, (1997).

a. Secado al aire.

En el secado a la intemperie, el aire es el agente secante. Su temperatura, humedad relativa y velocidad son los elementos determinantes en el proceso de secado.

Dado que en la práctica no hay control alguno sobre las variables del tratamiento, el ritmo del secado depende del clima local y de su variabilidad a lo largo del año. Este ritmo puede ser prácticamente cero en zonas o días con fuertes nieblas y ausencia de viento o excesivamente rápido en ciertos días del verano en los que pueden traspasar las pilas de madera vientos fuertes y altamente secantes.

El método consiste en apilar la madera recién aserrada en pilas ubicadas a la intemperie o, preferentemente, bajo cobertizos, de forma que estén sometidas a las condiciones medioambientales y muy especialmente al aire, que es quien protege el intercambio calorífico y el arrastre del vapor de agua procedente de la madera.

El desplazamiento horizontal del aire por la pila se logra colocando la madera en capas separadas entre sí por listones o rastreles. La vertical, también necesaria, se consigue separando entre uno y seis centímetros las tablas que componen cada capa. En ocasiones se deja también en el interior de la pila un espacio vacío en forma de chimenea para permitir una mejor circulación descendente del aire húmedo y frío.

b. Secado en cámara

Consiste en crear alrededor de la madera unas condiciones ambientales artificiales de presión, temperatura y humedad, muy por debajo de la humedad de equilibrio de la madera, lo que propicia su secado rápido.

La dificultad de este secado es que la rapidez propicia un gradiente de humedad muy elevado que puede ser causa de rotura y alabeo de las piezas. Es por ello por lo que este secado se debe hacer de tal forma que, jugando con los valores de humedad de la madera en cada instante, se cree una atmósfera artificial alrededor de ella, tal que la velocidad de secado sea lo más elevada posible, sin que se produzca la rotura de la madera y otros defectos. Es decir, se debe establecer una pauta de secado.

L. SISTEMA DE LACADO.

Bona Acabado Industrial

Desde la década de 1980, Bona IC ha desarrollado y suministrado una amplia gama de sistemas de alta calidad UV para la Industria de los pisos pre-acabados.

Los sistemas están diseñados no solo para ofrecer las mejores propiedades tales como la adhesión a la madera, desgaste y resistencia al rayado, sino también la estabilidad del producto para dar el mejor resultado durante la producción.

Figura 9 Centro de Producción BONA Malmo Suecia



Fuente: Boletín BONA.

Sistema UV

- Brillos: 15-25-45 y 60%
- Alta resistencia 2/3 veces mayor que las maderas precabadas del mercado
- Claridad y transparencia perfecta, protección invisible
- Ideal para lugares de mucho tráfico (teatros, librerías, tiendas, salas de cine y auditorios) y hogares de prestigio.

M. PRUEBAS FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA PISOS DE MADERA.

a. Propiedades físicas consideradas en los pisos de madera

1. El agua en la madera: Puede presentarse en tres formas diferentes, de mayor a menor ligazón en tres agua y madera y son las siguientes:
 - Agua de constitución
 - Agua de impregnación
 - Agua libre

2. Contenido de Humedad

Se define como la relación entre la cantidad de agua y el peso seco de la madera expresada en tanto por ciento

$$H = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100$$

Según el contenido de humedad existen los siguientes tipos de madera:

- Madera verde
- Madera húmeda
- Madera seca al aire
- Madera seca en cámara

3. Humedad de equilibrio higroscópico.

La madera es un material higroscópico por lo tanto tiende a absorber y perder agua según las condiciones del ambiente que lo rodea es decir según la humedad relativa y temperatura

4. Movimientos en la madera.

En los intercambios de humedad la madera nunca puede rebasar el correspondiente al punto de saturación de las fibras entorno al 30% de humedad ni puede bajar del 4-5% próximo al estado anhidro pero en toda esa franja de variaciones agua provoca fenómenos de hinchazón y merma.

5. Contracción tangencial, radial y longitudinal

Dado el carácter anisótropo estas variaciones dimensionales no son iguales en todas direcciones sino claramente diferente según las tres direcciones principales: tangencial, radial o longitudinal.

6. Densidad

Es la relación entre la masa y el volumen de la madera, la densidad se expresa en g/cm³ o en kg/m³

b. Propiedades mecánicas consideradas en los pisos de madera.

1. Dureza.

La dureza es la resistencia que opone un material a ser penetrado por otro. Existen tres métodos clásicos para evaluar la dureza: Brinell, Janka y Monnin.

1.1. Dureza de Brinell

El método Brinell es el adoptado por la normativa europea (UNE-EN 1534) y es el más habitual para dar datos de dureza de maderas en las fichas técnicas y catálogos de fabricantes.

Este método aplica una carga determinada sobre la bola de 10 mm de diámetro y se mide lo que penetra en la madera.

Las normas europeas de los distintos productos establecen como dureza mínima de las maderas para la elaboración de parquet 10 HB (grados Brinell)

2. Otros ensayos mecánicos.

- Resistencia al impacto
- Resistencia a la flexión local y general
- Clasificación de reacción al fuego
- Clasificación o datos sobre comportamiento acústico
- Contenido o emisión de formaldehído
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia al rayado
- Resistencia a los productos domésticos
- Resistencia del barniz a la luz

3. Otras características visuales:

- El color y aspecto de la madera
- Consideraciones en relación con la homogeneidad del color en el parquet

4. Sistemas de colocación:

 Entablado

 Entarimado

 Parquet encolado

 Parquet flotante.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se lo realizo en el Parque Industrial en la empresa “Pismade S.A.”, que se dedica a la transformación secundaria, comercialización e instalación de pisos de madera sólida y de ingeniería. parroquia maldonado, cantón riobamba, provincia de chimborazo.

2. Ubicación geográfica

Coordenadas proyectadas UTM, Zona 17 S, Datum WGS 84

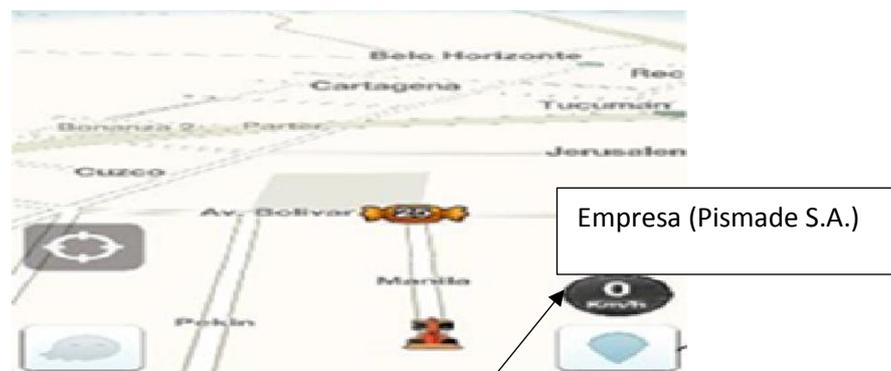
X: 763435

Y: 9814399

Del origen de la zona a 263,4 km Este y 185,6 km Sur

Altitud: 2800 m.s.n.m.

Figura 10 Croquis de la Empresa Pismade S.A.



Elaborado por: Diego Haro.

B. MATERIALES Y EQUIPOS

Madera de mascarey, piso de ingeniería multicapa de mascarey, tablero de MDP en chapado con seike, brillometro, banco óptico IVU 7000, calibrador digital GPS, canteadora, sierra circular, cepilladora, inglateadora, horno de secado, balanza, calibrador, estereoscopio manual, libreta de apuntes, cámara fotográfica, máquina universal, marca TINIUS OLSEN con capacidad de carga de 100000 kg, dividida en escalas de: 2000, 10000, 50000y 100000kg respectivamente, deformimetro con apreciaciones de 01mm, esfera de acero de 10mm.

C. METODOLOGÍA.

1. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de mascarey a la en verde y seco al horno.
 - a. Elaboración de probetas

Para la fabricación de probetas se utilizaron tabloncillos tomados al azar y con las siguientes dimensiones: 240*20*3.2 cm, los mismos que fueron aserrados en forma longitudinal en diferentes medidas de acuerdo a lo que estipula la (ASTM 1999) y en donde se establece el método para la preparación de muestras de madera aserrada y que consiste en realizar cortes sistemáticos al tabloncillo para obtener piezas de diferentes medidas.

Figura 11 Selección de tabloncillos de mascarey para fabricación de probetas a la fecha



Elaborado por: Diego Haro.

Los tabloncillos de mascarey tenían un pre-secado natural de 100 días de los cuales se elaboró probetas para los ensayos físicos y mecánicos de seco al aire y seco al horno. Los tabloncillos seleccionados fueron escogidos al azar los mismos que tienen las medidas de 240cm*20cm*3,2cm secado al aire libre y que se utilizaron para los ensayos de contenido de humedad y pruebas mecánicas las dimensiones de las probetas se elaboraron en base al diseño de la maquina universal en el laboratorio de resistencia de materiales de la escuela de Ingeniería Mecánica, de acuerdo a las normas de los ensayos físico-mecánicos y en función de la fabricación de los pisos de Ingeniería y corte inicial de bloque en la sierra cinta el cual corresponde a 3,7 mm de espesor. Las dimensiones de las probetas correspondientes a cada ensayo se muestran en el cuadro N° 5.

Cuadro 5 Dimensiones de las probetas utilizadas en los ensayos.

ENSAYO	PROBETA	DIMENSIONES	NORMA
FLEXION	(M) mascarey	2.5x2.5x20.5	ASTM D 143/45-252
DUREZA	(M) mascarey	5x5x5 cm 3x3x3 cm	ASTM D 143/83-87 Función pisos de Ingeniería
COMPRESION	(M) mascarey	5x5x20 cm 3x3x20 cm	ASTM D143/77-82 Función pisos de Ingeniería
CONTENIDO DE HUMEDAD	(M) mascarey	3x3x10	DIN 52182

b. Determinación de las propiedades físicas.

El contenido de humedad y densidad de la madera se realizó en condiciones en verde y seco al horno y se lo realizó en la empresa PISMADE S.A. utilizando el secadero artificial, balanza electrónica y equipos de control de secado como el higrómetro.

1) Contenido de humedad.

Mediante la utilización de la norma DIN-52182 (Deutsche Industrie Norm) se elaboraron probetas de 3x3x10 cm, se obtuvieron de los tablancillos mascarey: tres probetas para calcular el contenido de humedad inicial en verde, tres probetas para calcular el contenido de humedad seco al horno

Las probetas generadas se midieron inicialmente en condición a la fecha con un contenido de humedad mayor al 30%, utilizando un higrómetro, posteriormente bajo las mismas

condiciones de humedad se pesaron, con una balanza digital con precisión de 0.1g y finalmente se deshidrataron en el secadero de la empresa con temperatura inicial de 45° C en el bulbo seco y de 42 °C inicial en el bulbo húmedo finalmente llegando con una temperatura de 55°C en el bulbo seco y 45,5°C en el bulbo húmedo. Durante 6 días luego se volvieron a medir para obtener los resultados

El contenido de humedad inicial se determinó de acuerdo a los datos registrados al pesar las probetas en estado verde y seco al horno y con la utilización de la siguiente formula:

$$CH = \left(\frac{P_v - P_s}{P_s} \right) * 100 \quad (1.1)$$

Donde:

CH: Contenido de humedad, %.

Pv: Peso en verde al momento de la prueba (gr).

Ps: Peso seco después de la prueba (gr).

Ejemplo: Calculo del contenido de humedad inicial del mascarey.

Datos:

Pv1:66.8

Ps1:60.9

$$CH: \left(\frac{66.3 - 61.03}{61.03} \right) * 100$$

CH: 8.63 %

Con los resultados obtenidos al aplicar la fórmula (1.2) se determinó el peso seco al horno calculado (Pshc), empleando la siguiente ecuación:

$$P_{shc} = \frac{P_{vx}}{CHx + 100} * 100 \quad (1.2)$$

Donde:

Pshc: Peso seco al horno calculado (valor constante para cada especie)

Pvx: Peso verde promedio (probetas 3x3x10 cm)

CHx: Contenido de humedad promedio (probeta 3x3x10cm)

Datos:

$$P_{vx} = 61.03 \text{ gr}$$

$$CH = 8.63\%$$

$$61.03 \text{ gr}$$

$$P_{shc} = \frac{61.03 \text{ gr}}{8.63 + 100} * 100$$

$$8.63 + 100$$

$$P_{shc} = 56.18 \text{ gr}$$

Cálculo del contenido de humedad en diferentes fechas

$$CHW = \left(\frac{PW}{Pshcx} - 1 \right) * 100 \quad (1.3)$$

Donde:

CHw: Contenido de humedad al momento de la prueba, %

Pw: Peso de las probetas al momento de la prueba, gr.

Pshcx: Peso seco al horno calculado promedio (constante), gr. Ejemplo:

Cálculo del contenido de humedad en diferentes fechas del mascarey.

Datos:

$$PW = 63.66 \text{ gr}$$

$$Pshcx = 56.18 \text{ gr}$$

$$CHw = \left(\frac{63.66 \text{ gr}}{56.18 \text{ gr}} - 1 \right) * 100 \quad (1.4)$$

$$CHw = 13,3\%$$

Para el cálculo de contenido de humedad seco al aire y seco al horno de las probetas en estudio, aplicamos la ecuación 1.4

Ejemplo: Contenido de humedad seco al aire, especie mascarey.

$$\text{Chw} = \left(\frac{\text{PW}}{\text{Pshcx}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Chw} = \left(\frac{66,30}{56.18\text{gr}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Chw} = 18.01\%$$

Ejemplo: Contenido de humedad seco al horno

$$\text{Chw} = \left(\frac{\text{PW}}{\text{Pshcx}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Chw} = \left(\frac{61.03 \text{ gr}}{56.18 \text{ gr}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Chw} = 8.63 \%$$

2) Densidad

La densidad se determinó mediante la norma DIN 52182, bajo los siguientes parámetros:

- Densidad seca al aire (A la fecha)
- Densidad seca al horno
- Densidad básica

Para determinar los cuatro tipos de densidades se utilizaron las mismas probetas del ensayo de contenido de humedad, la masa se obtuvo utilizando una balanza digital de 0.01 gr de precisión y el volumen se obtuvo midiendo las probetas con un calibrador y finalmente mediante la fórmula Smalian se determinó el volumen de las probetas.

Utilizando los datos de dimensiones lineales por posición de trabajo, tanto en estado verde como en estado seco al aire y seco al horno.

$$V = \frac{(S1 + S2)}{2} \times H \quad (1.5)$$

Donde:

V: Volumen de las probetas (cm³)

S1: Superficie del extremo 1 de las probetas (cm²) S2:

Superficie del extremo 2 de las probetas (cm²)

H: Longitud de las probetas (cm)

Ejemplo: Especie mascarey

Datos:

S1: 9cm²

S2: 9 cm²

H: 10 cm

$$(9+9) \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{\text{-----}}{2} \times 10 \text{ cm}$$

2

$$V = 90 \text{ cm}^3$$

Empleando los datos de pesos y volúmenes obtenidos en estado, seco al aire y seco al horno, se determinó la densidad de las especies, bajo las condiciones anotadas anteriormente.

Cálculo de densidad y pesos específicos.

Datos:

$$P_{sax} = 66.30 \text{ gr}$$

$$V_{sax} = 90 \text{ cm}^3$$

$$P_{shx} = 61.03 \text{ gr}$$

$$V_{shx} = 90 \text{ cm}^3$$

Densidad seca al aire (DSa)

$$D_{sa} = \frac{P_{sa}}{V_{sa}} \quad (1.6)$$

Donde:

D_{sa} : Densidad seca al aire, (gr/cm³)

P_{sa} : Masa seca al aire promedio, (gr)

—

V_{sax} : Volumen seca al aire promedio (A la fecha) (cm³)

$$DS_{ax} = \frac{66.30 \text{ gr}}{90 \text{ cm}^3}$$

$$DS_{ax} = 0,73 \text{ gr/ cm}^3$$

Densidad seca al horno (DSh)

$$D_{sh} = \frac{P_{sh}}{V_{sh}} \quad (1.7)$$

Donde:

D_{sh} : Densidad seca al horno promedio, (gr/ cm³)

P_{sh} : Masa seca al horno promedio, (gr)

V_{sh} : Volumen seco al horno promedio, (cm³)

Ejemplo: densidad seca al horno, especie mascarey.

$$DShx = \frac{61.03gr}{90cm^3}$$

$$DShx = 0.68 \text{ gr/cm}^3$$

Densidad básica (Db)

PShx

$$Db = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \quad (1.9)$$

Vvx

Ejemplo: densidad básica, especie mascarey.

$$Db = 0.63gr/cm^3$$

c. Propiedades Mecánicas del mascarey.

Para la realización de las pruebas mecánicas, se siguió la metodología recomendada por las normas COPANT 459 (Acondicionamiento de las maderas destinadas a ensayos físicos y mecánicos).

Los ensayos se determinaron en dos estados de contenido de humedad: uno con probetas de humedad superior al 30% (en verde), el segundo con probetas de humedad aproximadamente al 12% (seco al horno).

Los listones de madera para los ensayos con probetas secas al aire y secas al horno se escogieron al azar de las rumas de maderas a la fecha como secas en el horno.

El secado de las maderas al horno se efectuó en PISMADE S.A., cuya propiedad es de la familia Haro Ramirez, siendo este secadero el de mayo capacidad en la ciudad de Riobamba con dos cámaras de secado de 60 m³ cada una, que cuenta con una cámara de secado con temperatura controlada, para el secado de la madera se utilizó un tabloncillo del cual se obtuvo diferentes medidas (15 x 5 x 5)cm;(12.5 x 3 x 3)cm;(20.5 x 2.5x2.5)cm;(5x5x5)cm,(3x3x3)cm para el mascarey, los tabloncillos se introdujeron dentro de la cámara con una temperatura inicial y constante de 55° C, la madera recibe calor en forma indirecta a través de aire caliente, y vapor conformado por radiadores y ventiladores los cuales recirculan el aire a través de la pila, la energía calórica es proporcionada por un caldero alimentado con los desperdicios de la planta.

El mascarey alcanzo el porcentaje de humedad del 12 % a las 266 horas, 11 días.

Posteriormente se prepararon las probetas en base a especificaciones de las normas ASTM 143 -94 y en función de las medida utilizadas para la fabricación de pisos de ingeniería en este caso 3.1 cm medida que sirve para su posterior laminación en la laminadora de sierras alternativas donde se aprovecha 5 láminas de 3.7 mm de espesor. A continuación se detalla el cuadro de clasificación y dimensiones de probetas para los ensayos mecánicos:

Cuadro 6 Clasificación y dimensiones de probetas para los ensayos mecánicos.

PRUEBA	PROBETA	ESPECIE
Flexión estática	(2.5x2.5x20.5) cm	mascarey
Compresión	(3x3x15)cm –(5x5x15)cm	mascarey
Dureza de brinell	(3x3x3)cm –(5x5x5) cm	mascarey

Elaborado por: Diego Haro.

Los ensayos:

Según lo que establece la norma ASTM (American Society for Testing and Materials), y fueron efectuados en la maquina universal

Figura 12 Prensa Universal para ensayos mecánicos de la madera



Elaborado por: Diego Haro.

1) Dureza de brinell

Esta norma describe un ensayo para determinar la resistencia a la “huella” este método mide la dureza de las maderas. Los ensayos de dureza se determinaron según establece la norma ASTM 143/83-87 y en función de los tablancillos utilizados para el piso de ingeniería, en dos tipos de estado de la madera seca al aire o a la fecha, seca al horno, para el procedimiento se utilizó probetas de sección cuadrada de 5x5x5cm con pega EPI y de 3x3x3 cm en función del piso de madera, sin defectos. El ensayo consistió en la introducción de una esfera de acero de 10mm de diámetro, aplicando una carga constante de 50 kg, con un tiempo de duración de 15 segundos, que deja una huella de sección circular. Se realizó ensayos longitudinales, posteriormente se procedió a medir el diámetro de la marca dejada por el indentor con la utilización de un calibrador manual.

Fórmula para el cálculo dureza Brinell

$$HB = \frac{P}{\pi \times D \times [D - \sqrt{D^2 - d}]} \quad (1.8)$$

Donde:

D: Diámetro de la esfera indentor, mm

d: Diámetro de la huella en la probeta , mm

P: Carga aplicada en la prueba, 1kg

HB: Dureza Brinell, kg/ mm²

Ejemplo: especie mascarey.

Datos:

$$D = 10\text{mm}$$

$$d = 3,63\text{cm}$$

$$P = 50\text{ kg}$$

P

$$HB = \frac{P}{\pi \times D \times [D - \sqrt{D^2 - d^2}]} \quad (1.8)$$

$$\pi \times D \times [D - \sqrt{D^2 - d^2}]$$

$$HB = 8.68\text{ Kg/mm}^2$$

2) Flexión estática

Los ensayos para dos tipos de estado de la seca al aire o la fecha y seca al horno, fueron realizados según la norma ASTM D 143/ 45-252, que establece calcular el módulo de ruptura, momento de inercia y el momento flector máximo.

Para el ensayo se utilizaron probetas de 2.5x2.5x20.5 cm, y en la maquina universal, se ubicó la cama de flexión y el mandril de aplicación de carga. La probeta fue marcada en su centro con la ayuda de un metro, para luego ser colocada en la cama de flexión, la cual está conformada por dos extremos de rodillos con una distancia de 18.5cm, la probeta ya señalada se situó en la mitad del largo, para que la carga sea dirigida hacia la mitad, de forma uniforme y lenta hasta que se produzca una fisura.

$$M \text{ max: } \frac{Px*L}{4} \quad (1.9)$$

$$I: \frac{(Ax)x(Bx)3}{12} \quad (1.10)$$

$$C: \frac{Bx}{2} \quad (1.11)$$

$$Ef: \frac{Mmax*C}{I} \quad (1.12)$$

Donde:

Px: Carga promedio máxima aplicada, kg

Ax: Ancho promedio en cm

Bx: Espesor promedio en cm

L: Largo de la probeta

M max: Momento flector máximo en kg/cm

I: Momento de Inercia en cm⁴

Ef: Esfuerzo flector o módulo de ruptura en kg/cm²

Ejemplo especie mascarey a la fecha

Datos:

$$M \text{ max: } \frac{Px*L}{4}$$

$$M \text{ max: } \frac{340 \text{ kg} * 20.1 \text{ cm}}{4}$$

Mmax: 1708.5 kg*cm

$$I: \frac{(Ax)x(Bx)3}{12}$$

$$I: \frac{(2,64*2,68*2,68*2,68*2,68)}{12}$$

$$I: 11.34 \text{ cm}^4$$

$$C: \frac{Bx}{2}$$

$$C: \frac{2.68 \text{ cm}}{2}$$

$$C: 1.34 \text{ cm}$$

$$Ef: \frac{M_{\max} * C}{I}$$

$$Ef: \frac{1708.5 \text{ kg*cm} * 1.34 \text{ cm}}{11.34 \text{ cm}^4}$$

$$Ef: 201.72 \text{ kg/cm}^2$$

3) Resistencia a la compresión perpendicular al grano.

Según a las normas ASTM D 143/ 77-82, con probetas de 5x5x20 cm , seco al aire con pega, seca al horno con pega y 3x3x20 cm sin pega se realizó el ensayo de compresión perpendicular al grano bajo el procedimiento de colocar una placa en la probeta y aplicando una carga , la cual fue instalada sobre la probeta y con la acción de cargas suministradas se observó como la placa penetra en la parte transversal y mediante esta acción se produjo la deformación de la probeta .

Con los datos obtenidos en el ensayo se calculó el esfuerzo al límite proporcional, la resistencia máxima a la compresión y la carga máxima de ruptura, utilizando las formulas del ensayo de compresión paralela, se pudo graficar los valores de esfuerzo vs deformación y se realizaron los siguientes cálculos.

$$D \text{ unit: } \frac{D}{46} \quad (1.13)$$

$$E: \frac{P}{A} \quad (1.14)$$

Donde:

P: Carga aplicada, kg

A: Área resistente, cm^2

D unit: Deformación unitaria, mm/mm

E: Esfuerzo unitario, kg/cm^2

D: Deformación, mm

L: Longitud de la probeta, mm

Ejemplo: especie mascarey.

$$D \text{ unit: } \frac{D}{46}$$

$$D \text{ unit: } \frac{10.2 \text{ mm}}{46}$$

$$D \text{ unit: } 0.22 \text{ mm}$$

$$E: \frac{P}{A}$$

$$E: \frac{4350 \text{ kg}}{26.05 \text{ cm}^2}$$

$$E: 166.92 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

2. Proceso de la fabricación de pisos de ingeniería en madera de mascarey.

1) Recepción de bloques de mascarey.

La recepción de bloque se realiza en la planta, los bloques deben tener las medidas de 250x20x10 cm y cumplir con características de buena calidad es decir presencia mínima de defectos para clasificarse como bloque de primera clase caso contrario se los clasificara como segunda o tercera clase.

Figura 13 Recepción de los bloques de mascarey



Elaborado por: Diego Haro.

2) Corte de bloques de mascarey en sierra de cinta

El corte se realiza en sierra de cinta con un desperdicio de menos de 2 mm para obtener tablancillos de la siguiente medida: 250x20x3.2cm.

Figura 14 Corte de bloques de mascarey en sierra de cinta.



Elaborado por: Diego Haro.

3) **Preservación de la madera en tina con sales.**

La preservación en caliente es un paso importante dentro de la fabricación de pisos de ingeniería ya que asegura la duración de la madera frente agentes destructivos como son: hongos, insectos, bacterias este proceso se realiza en una tina mediante la utilización de un molde en cuyo interior se coloca los tabloncillos empacados los cuales son sumergidos por la acción de un montacargas el cual introduce la uñetas en la parte superior del molde. La tina aumenta de temperatura debido a que su base se encuentra un hogar a base de leña en cual reparte el calor uniformemente en la madera y ayuda a una mejor penetración del químico.

Figura 15 Preservación de la madera en tina con sales



Elaborado por: Diego Haro.

4) Emparrillado de tablancillos de mascarey.

El emparrillado de los tablancillo se realiza mediante la utilización de restresles o tablillas de otras maderas ya secas y con un espesor de 1.8 cm los cuales se ubican uno junto a otro con una distancia de 34 cm en total de siete por paquete; se estiban 4 paquetes, lo que permite la recirculación del aire a través de la pila en el proceso de secado al aire y secado en cámara, un paquete contiene 110 tablancillos.

Figura 16 Emparrillado de los tablancillos de mascarey



Elaborado por: Diego Haro.

5) Pre-secado de tabloncillos de mascarey al aire.

El pre-secado se realiza ya emparrillados los paquetes en un área de la fábrica destinada , las pilas no sobrepasan los 5 metros de altura, entre las pilas existe un espacio de 40 cm lo cual permite la mejor ventilación e inventariar los paquetes durante el proceso de prese-cado el cual toma un tiempo mínimo de seis meses ; en el patio de pre-secado existe madera con registro de hace dos años, esta madera alcanza menos del 30 % de humedad lo cual permite acelerar el proceso de secado en horno.

Figura 17 Pre secado de los tabloncillos de mascarey al aire.



Elaborado por: Diego Haro.

6) Secado en horno de los tabloncillos de mascarey.

El secado en cámara permite bajar la humedad de la madera a la humedad requerida para su uso final en este caso para pisos de madera que requiere entre el (10-12) % de humedad higroscópica, este proceso tiene una duración en base a la humedad inicial mientras más alta es la humedad más tiempo de permanencia tiene en las cámaras, la temperatura del bulbo seco y bulbo húmedo permanecen casi constantes hasta alcanzar una diferencia psicométrica de (9 a 10) ° C.

Figura 18 Secado en horno de los tabloncillos de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

7) Medición de la humedad higroscópica utilizando el higrómetro durante el proceso de secado.

Con la utilización de tabloncillos sueltos y cerca de las puertas del secadero se monitoria y se mide el porcentaje de humedad durante el proceso de secado con la ayuda del higrómetro.

Figura 19 Medición de la humedad higroscópica utilizando el higrómetro durante el proceso de secado.



Elaborado por: Diego Haro.

8) Acondicionamiento de los tabloncillos de mascarey en la cámara.

Este proceso consiste en mantener los tabloncillos en la cámara alrededor de dos días hasta que el material se estabilice y pueda ser maquinado.

Figura 20 Acondicionamiento de los tabloncillos de mascarey en la cámara



Elaborado por: Diego Haro.

9) Cepillado del tabloncillo de mascarey.

Esta fase consiste en cepillar las dos caras del tabloncillo hasta alcanzar un espesor de 27 mm mediante la utilización de una cepilladora de cuchillas con aleación de tungsteno al 18% HBS.

Figura 21 Cepillado del tabloncillo de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

10) Canteado de tabloncillos de mascarey

El canteado consiste en uniformizar una de los cantos del tabloncillo, eliminando su curvatura.

Figura 22 Canteado de tabloncillos de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

11) Dimensionado en la sierra múltiple del tabloncillo de mascarey.

Consiste en dimensionar longitudinalmente el tabloncillo en una multi sierra con un sistema de avance, este maquinado permite obtener pieza uniformes en su ancho.

Figura 23 Dimensionado en la sierra múltiple del tabloncillo de mascarey



Elaborado por: Diego Haro.

12) Cepillado de las 4 caras en la moldurera de los tabloncillos de mascarey.

Este cepillado permite dimensionar las cuatro caras del tabloncillo mediante la utilización de cuchillas y pastillas de widia con desbastes más precisos hasta alcanzar el espesor indicado para el marco de la laminadora.

Figura 24 Cepillado de las 4 caras en la moldurera del tabloncillo de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

13) Eliminación de defectos de piezas

Este proceso permite recortar los tabloncillos con defectos con rajaduras en las cabezas del tabloncillo y diferencias de espeso en una sola medida que es 122 cm utilizada para la fabricación de pisos de ingeniería.

Figura 25 Saneado por defectos de piezas y largos en la escuadradora.



Elaborado por: Diego Haro.

14) Laminado del tabloncillo de mascarey

El laminado consiste en un corte mediante el uso de sierras de movimiento alternativo las cuales tienen un corte de hasta 1 mm de desperdicio, el tabloncillo ingresa en la maquina con una dimensión de (122x10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18 x 24.5) cm a un marco con sierras y raspadores ensamblados lo cual permite obtener 5 lamina de 3.7 mm por tabloncillo a una velocidad promedio de 20 cm/min. Posteriormente las láminas son clasificadas según sus defectos en láminas de primera y segunda clase y empaquetadas sobre pallets.

Figura 26 Laminado del tabloncillo de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

15) Ranurado de las planchas de plywood fenólico

El ranurado consiste en realizar líneas transversales a lo largo de la plancha de plywood mediante la utilización de una máquina equipada con un conjunto de sierra que se introducen en el tablero 2 mm con el fin de brindar flexibilidad y facilidad de agarre a la pieza al momento de la instalación.

Figura 27 Ranurado de las planchas de plywood fenólico



Elaborado por: Diego Haro.

16) Corte de planchas de plywood en la escuadradora.

El corte de las planchas en la escuadradora consiste en dimensionar el tablero en piezas de anchos variables y largos constantes 122 cm mediante la utilización de una sierra de widea de 45 dientes los cual permite obtener un corte si astillamiento.

Figura 28 Corte de planchas de plywood en la escuadradora



Elaborado por: Diego Haro.

17) Encolado y armado del plywood con láminas de mascarey.

Este proceso consiste en ensamblar el plywood con la lámina mediante la utilización de pegas insutriales (EPI), pegas resistentes a la humedad y que actúan con prensado frio, utilizando una encoladora de rodillos y un micer el cual proporciona la cantidad de pega y catalizador sobre la superficie del plywood.

Figura 29 Encolado del plywood y láminas de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

18) Prensado del piso de ingeniería de mascarey.

Consiste en la utilización de prensas de alto tonelaje que permiten aplicar una presión de 8 kg/cm² según la norma del fabricante de pegas, esta presión actúa sobre moldes ubicados debajo de cada cilindro para aumentar y proporcionar una presión uniforme en cada una de las piezas ubicadas en la prensa en forma vertical.

Figura 30 Prensado del piso de ingeniería de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

19) Masillado de las tablillas para el piso de ingeniería.

Consiste en masillar todos los defectos presentes en la madera como rajaduras, despostillamiento, presencia de nudo o pasador, este proceso utiliza masilla plástica combinada con tintes para tomar el color natural de la madera.

Figura 31 Curado o masillado de las tablillas de piso de ingeniería.



Elaborado por: Diego Haro.

20) Lijado y calibrado de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey.

Mediante la utilización de una lijadora calibradora se pierde el masillado de la madera y se uniformiza el espesor de la misma esta máquina utiliza tres lijas a base de óxido de aluminio de numeración de grano 60, 80 y 120.

Figura 32 Lijado y calibrado de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey



Elaborado por: Diego Haro.

21) Machihembrado de puntas en maquina perfiladora de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey.

Este proceso consiste en machihembra crear el diente y el canal para permitir el ensamble del piso de ingeniería por sus puntas, mediante la utilización de fresas y sierras.

Figura 33 Machihembrado de puntas en maquina perfiladora de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

22) Machihembrado de los cantos en moldurera.

Mediante la utilización de una moldurera Wienig Profimat 125 de procedencia Alemana conformada fresas ubicadas en ambos cantos de la pieza se puede machihembrar el diente y el canal de las tablillas de pisos e ingeniería de mascarey.

Figura 34 Machiembado de los cantos en moldurera.

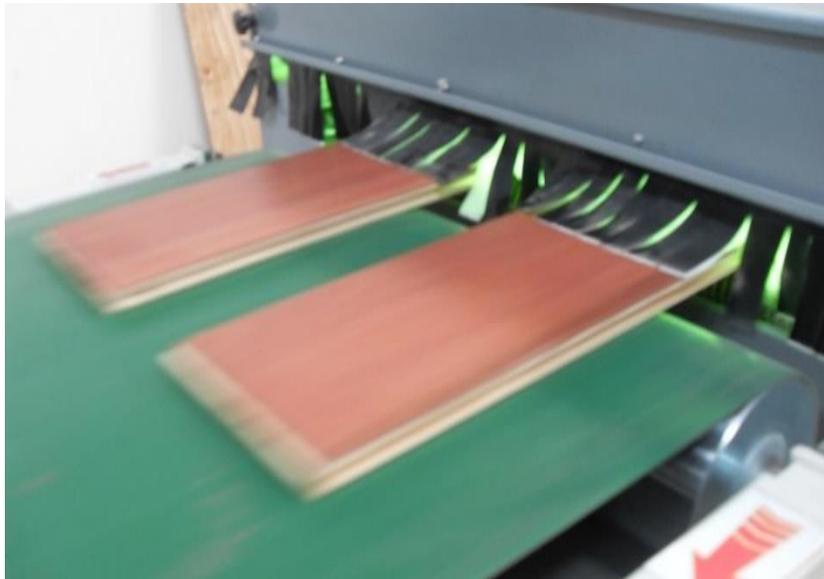


Elaborado por: Diego Haro.

23) Lacado de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey.

Este proceso consiste en aplicar 6 manos de laca sobre la superficie de las tablillas de mascarey utilizando como materia prima lacas BONA de origen sueco que garantizan la resistencia del pisos a distintos factores sometidos en la obra como son rayado, impacto, protección rayos UV; esta laca se aplica en un túnel de lacado conformado por 19 máquinas entre cepillos de cerdas suaves, rodillos, lijadoras y lámparas de secado UV permitiendo la industrialización del lacado con capacidad de lacado de 500 m2 por día.

Figura 35 Lacado de las tablillas de piso de ingeniería de mascarey.



Elaborado por: Diego Haro.

Figura 36 Descripción del proceso de lacado utilizando laca BONA.



Fuente: Boletín BONA.

24) Encartonado del piso de ingeniería.

El último proceso dentro de la cadena productiva consiste en empaquetar el piso de ingeniería clasificando el piso según sus características como: presencia de defectos, colores, matices en cartón el cual brinda una presentación elegante y facilita al consumidor final escoger el metraje cuadrado necesario para completar la obra.

Figura 37 Encartonado del piso de ingeniería listo para su instalación.



Elaborado por: Diego Haro.

25) Instalación del piso de ingeniería de mascarey.

La instalación del piso de ingeniería se lo realiza de dos formas:

Fija: Con rastreles o alfajías fijadas al contra piso con tornillos o totalmente pegadas las tablillas con cola parquet.

Flotante: Solamente se utiliza pega en la hembra de los cantos y polyexpandex en la base con la finalidad de sirva como un aislante acústico y térmico.

Figura 38 Instalación tipo flotante del piso de ingeniería.



Elaborado por: Diego Haro.

3. Comparación de los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de mascarey producida en Pismade S.A. con el tablero de MDP con lámina de seique.

1) Fabricación de las probetas del piso de Ingeniería de mascarey.

La fabricación de probetas para el piso de ingeniería con lamina mascarey de 3.7 mm empezó con la adquisición de un tablero de plywood fenólico que cumpliera con las características necesaria para los ensayos de pisos en este caso cuatro ensayos con y sin laca los cuales fueron flexión, dureza, abrasión y adhesión de lacas se realizaron tablillas de mascarey las cuales fueron fabricadas en planta.

Figura 39 Fabricación de las probetas de mascarey para los ensayos mecánicos con y sin laca.



Elaborado por: Diego Haro.

Figura 40 Fabricación de las probetas de seique para los ensayos mecánicos con y sin laca.



Elaborado por: Diego Haro.

Figura 41 Probetas de mascarey y seique con y sin laca previo a los ensayos de flexión y dureza en el laboratorio.



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 7 Ensayos para pisos, dimensiones y normas.

ENSAYO	PROBETA	DIMENSIONES	NORMA
FLEXION	(M) mascarey (S) seique	2.9x2.9x20.5 3.1x3.1x20.5	ASTM D 143/45-252
DUREZA	(M) mascarey (S) seique	3x3x3 cm 3x3x3 cm	En Función pisos de Ingeniería
ABRASION	(M) mascarey (S) seique	20X3X3 cm	En Función pisos de Ingeniería
ADHESION	(M) mascarey (S) seique	2.9x17x121 cm 3.1x19x121 cm	En Función pisos de Ingeniería

Elaborado por: Diego Haro.

2) Ensayos Mecánicos para pisos de madera

a. Flexión estática

Los ensayos para un estado seco al horno, fueron realizados según la norma ASTM D 143/ 45-252, que establece calcular el módulo de ruptura, momento de inercia y el momento flector máximo.

Para el ensayo se utilizaron probetas de 2.9x2.9x20.5 cm para el mascarey y de 3.1x3.1x20.5 cm para el seique , y en la maquina universal, se ubicó la cama de flexión y el mandril de aplicación de carga. La probeta fue marcada en su centro con la ayuda de un metro, para luego ser colocada en la cama de flexión, la cual está conformada por dos extremos de rodillos con una distancia de 18.5cm, la probeta ya señalada se situó en la mitad del largo, para que la carga sea dirigida hacia la mitad, de forma uniforme y lenta hasta que se produzca una fisura el ensayo se realizó para 8 probetas: 4 sin laca del mascarey y seique y 4 con laca para el mascarey y seique.

$$M \text{ max: } \frac{P_X * L}{4}$$

$$I: \frac{(A_x) * (B_x)^3}{12}$$

$$C: \frac{B_x}{2}$$

$$E_f: \frac{M_{\text{max}} * C}{I}$$

Px: Carga promedio máxima aplicada, kg

Ax: Ancho promedio en cm

Bx: Espesor promedio en cm

L: Largo de la probeta

M max: Momento flector máximo en kg/cm

I: Momento de Inercia en cm⁴

Ef: Esfuerzo flector o módulo de ruptura en kg/cm²

Ejemplo especie mascarey y plywood con laca

Datos:

$$M \text{ max: } \frac{P_X * L}{4}$$

$$M \text{ max: } \frac{370 \text{ kg} * 20.5 \text{ cm}}{4}$$

Mmax: 1896.25 kg*cm

$$I: \frac{(Ax)x(Bx)^3}{12}$$

$$I: \frac{(2,88*2,9*2,9*2,9*2,9)}{12}$$

$$I: 16.97 \text{ cm}^4$$

$$C: \frac{Bx}{2}$$

$$C: \frac{2.9 \text{ cm}}{2}$$

$$C: 1.45 \text{ cm}$$

$$Ef: \frac{M_{\max} * C}{I}$$

$$Ef: \frac{1896.25 \text{ kg*cm} * 1.45 \text{ cm}}{16.97 \text{ cm}^4}$$

$$Ef: 161.97 \text{ kg/cm}^2$$

Ejemplo especie seike y mdp con laca

Datos:

$$M_{\max}: \frac{PX * L}{4}$$

$$M_{\max}: \frac{110 \text{ kg} * 20.5 \text{ cm}}{4}$$

$$M_{\max}: 563.75 \text{ kg*cm}$$

$$I: \frac{(Ax)x(Bx)^3}{12}$$

$$I: \frac{(3,07*3,22*3,22*3,22*3,22)}{12}$$

$$I: 27.50\text{cm}^4$$

$$C: \frac{Bx}{2}$$

$$C: \frac{3.22\text{cm}}{2}$$

$$C: 1.61 \text{ cm}$$

$$Ef: \frac{M_{\max} * C}{I}$$

$$Ef: \frac{563.75 \text{ kg*cm} * 1.61\text{cm}}{27.50 \text{ cm}^4}$$

$$Ef: 33.00 \text{ kg/cm}^2$$

b. Dureza de brinell

Esta norma describe un ensayo para determinar la resistencia a la “huella” este método mide la dureza de las maderas. Los ensayos de dureza se determinaron según establece la norma ASTM 143/83-87 y en función de los tabloncillos utilizados para el piso de ingeniería, seca al horno, para el procedimiento se utilizó probetas de sección cuadrada de 3x3x3 cm en función del piso de madera, sin defectos. El ensayo consistió en la introducción de una esfera de acero de 10mm de diámetro, aplicando una carga constante de 50 kg, con un tiempo de duración de 15 segundos, que deja una huella de sección circular. Se realizó ensayos longitudinales, posteriormente se procedió a medir el diámetro de la marca dejada por el indentor y la altura del indentor con la utilización de un calibrador manual.

Fórmula para el cálculo dureza Brinell

$$HB = \frac{P}{\pi D X [D^2 - \sqrt{D^2 - d^2}]} \quad (1.14)$$

Donde:

D: Diámetro de la esfera indentor, mm

d: Diámetro de la huella en la probeta, mm

P: Carga aplicada en la prueba, 1kg

HB: Dureza Brinell, kg/ mm²

Ejemplo: especie mascarey y plywood fenolico con laca

Datos:

$$D = 10\text{mm}$$

$$d = 2.75 \text{ cm}$$

$$P = 50 \text{ kg}$$

P

$$HB = \frac{P}{\pi \times D \times [D^2 - \sqrt{(D^2 - d)}]} \quad (1.14)$$

$$\pi \times D \times [D^2 - \sqrt{(D^2 - d)}]$$

$$HB = 11.49 \text{ Kg/mm}^2$$

Ejemplo: especie seike y mdp con laca.

Datos:

$$D = 10\text{mm}$$

$$d = 4.1 \text{ cm}$$

$$P = 50 \text{ kg}$$

P

$$HB = \frac{P}{\pi \times D \times \sqrt{D^2 - d^2}} \quad (1.14)$$

$$\pi \times D \times \sqrt{D^2 - d^2}$$

$$HB = 7.68 \text{ Kg/mm}^2$$

c. Abrasión al rayado utilizando una probetas de mascarey y seique y aplicando dos tipos de lija de distinto grano como son 60 y 80 de Oxido de aluminio.

- a. Preparar probetas de 30*5*3,1 cm para el caso del seique y de 30*5*2,9 para el mascarey.
- b. Pesar las probetas antes de la abrasión con una balanza electrónica
- c. Medir el espesor de las probetas antes de la prueba con un calibrador
- d. Lijar las probetas con los distintos tipos de grano con y sin laca
- e. Pesar las probetas después de la abrasión con una balanza electrónica
- f. Medir el espesor de las probetas después de la prueba con un calibrador
- g. Observar y fotografía en el microscopio las probetas de mascarey y seique con y sin laca
- h. Tabular e interpretar resultados.

d. Adhesión de la laca la madera de mascarey y seique

- a) Elegir una tablilla de piso de ingeniería
- b) En la parte extrema realizar cortes en forma de cuadrícula
- c) Colocar una cinta plástica de alta adhesión sobre los cortes tipo cuadrícula
- d) Retira de manera rápida la cinta
- e) Observar que no exista desprendimiento de laca

Figura 42 Ensayo de Adhesión de la laca la madera de mascarey y seique.



Elaborado por: Diego Haro.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Propiedades físicas de las maderas seco al aire y seco al horno.

a. Contenido de humedad

Temperatura del bulbo seco T.B.S: De 150 horas en adelante ya la curva llega a su saturación y permanece a una temperatura constante de 55° C.

Temperatura del bulbo húmedo T.B.H: Existe un comportamiento lineal las primeras 25 horas, incrementa el tiempo e incrementa la temperatura casi en el mismo rango de las 25 horas hasta las 100 horas tiene una subida y caída leve de temperatura no linealmente de las 100 horas hasta las 110 horas aproximadamente su comportamiento viene a ser casi lineal con una máximo de temperatura de 53° C a partir de las 110 horas hasta las 250 horas hay un decrecimiento lineal de temperatura iniciando con 52 °C hasta 45,5° C de 264 a 266 horas decrece de 45,5°C a 0 °C.

Cuadro 8 Curvas de secado de la madera de mascarey en la cámara de secado contenido de humedad inicial mayor al 30%.

TIEMPO HORAS	TEMPERATURA DEL BULBO HUMEDO	TEMPERATURA BULBO SECO
0	0	0
24	42	45
48	42	45
72	42	45
96	42	45
108	52	45
120	51,5	55
132	51	55
144	50,5	55
156	50	55
168	49,5	55
180	49	55
192	48,5	55
204	48	55
216	47,5	55
228	47	55
240	46,5	55
252	46	55
264	45,5	55
266	0	55

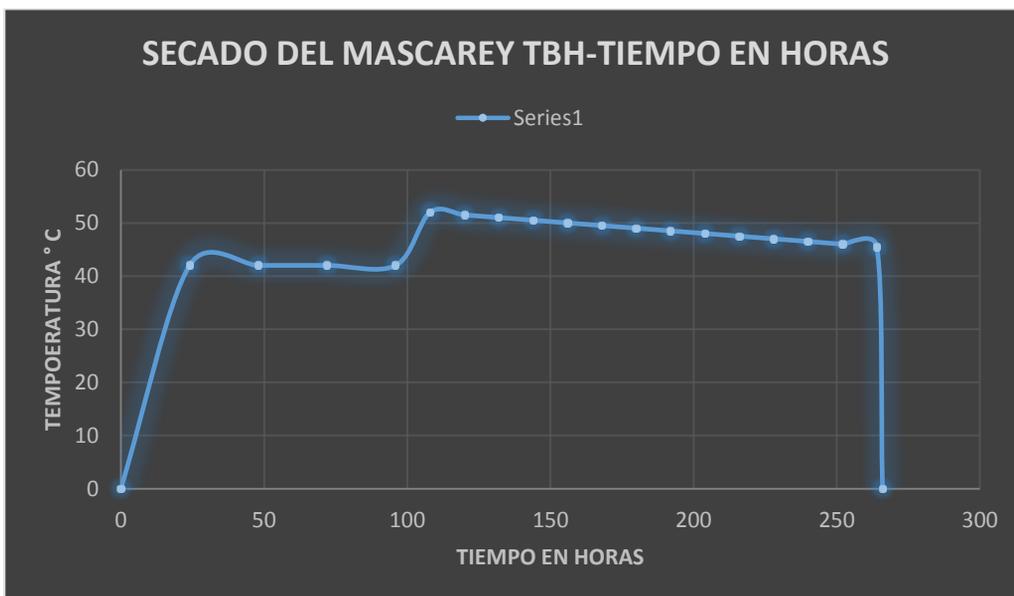
Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 1 Curva de secado del mascarey con temperatura del bulbo seco en horas.



Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 2 Curva de secado del mascarey con temperatura del bulbo húmedo en horas.



Elaborado por: Diego Haro.

b. Densidad

Figura 43 Pesaje de las probetas de mascarey para la determinación del contenido de humedad y densidad.



Balanza digital



Probeta 1 a la fecha



Probeta 2 la fecha



Probeta 3 a la fecha



Probeta 1 seco al horno



Probeta 2 seco al horno



Probeta 3 seco al horno

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 9 Probetas para el ensayo de contenido de humedad y densidad del mascarey.

PROBETA 3*3*10 cm (V): 90 cm³	PESO A LA FECHA (M)	PESO SECO AL HORNO (M)
MASCAREY 1	66,90 gr	60,90 gr
MASCAREY 2	65,80 gr	61,20 gr
MASCAREY 3	66,40 gr	61,00 gr
PROMEDIO	66,30 gr	61,00 gr
DENSIDAD Seca al aire-seca al horno	0,73 gr/cm ³	0,67 gr/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD DIFERENCIA DE MASA CH: PV-PS/PS*100	9,85 %	

Elaborado por: Diego Haro.

2. Propiedades mecánicas de las maderas en dos estados, en verde y seca al horno.

a. Ensayo de Flexión estática

Cuadro 10 Valores promedios experimentales del ensayo de resistencia a la flexión estática

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORMACION	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (cm)	MOMEN. FLECTOR (kg*cm)	ESFUERZO (kg/cm ²)
A la fecha	11,35	340,000	88,50	4,43	0,44	1708,50	201,72
Seco al horno	8,13	631,00	125,00	6,25	0,63	3233,88	496,72
M.S.L 1	16,97	388,00	108,00	5,40	0,54	1988,50	169,28
M.S.L 1´	16,74	304,00	69,50	3,48	0,35	1558,00	134,47
M.C.L 2	16,97	370,00	112,00	5,60	0,56	1896,25	161,98
M.C.L 2´	17,09	324,00	79,50	3,98	0,40	1660,50	140,86
S.S.L 3	28,11	116,00	70,00	3,50	0,35	594,50	34,04
S.S.L 3´	26,82	107,00	57,00	2,85	0,29	548,38	32,71
S.C.L 4	27,50	110,00	43,00	2,15	0,22	563,75	33,00
S.C.L 4´	28,11	204,00	44,00	2,20	0,22	1045,50	60,05

Elaborado por: Diego Haro.

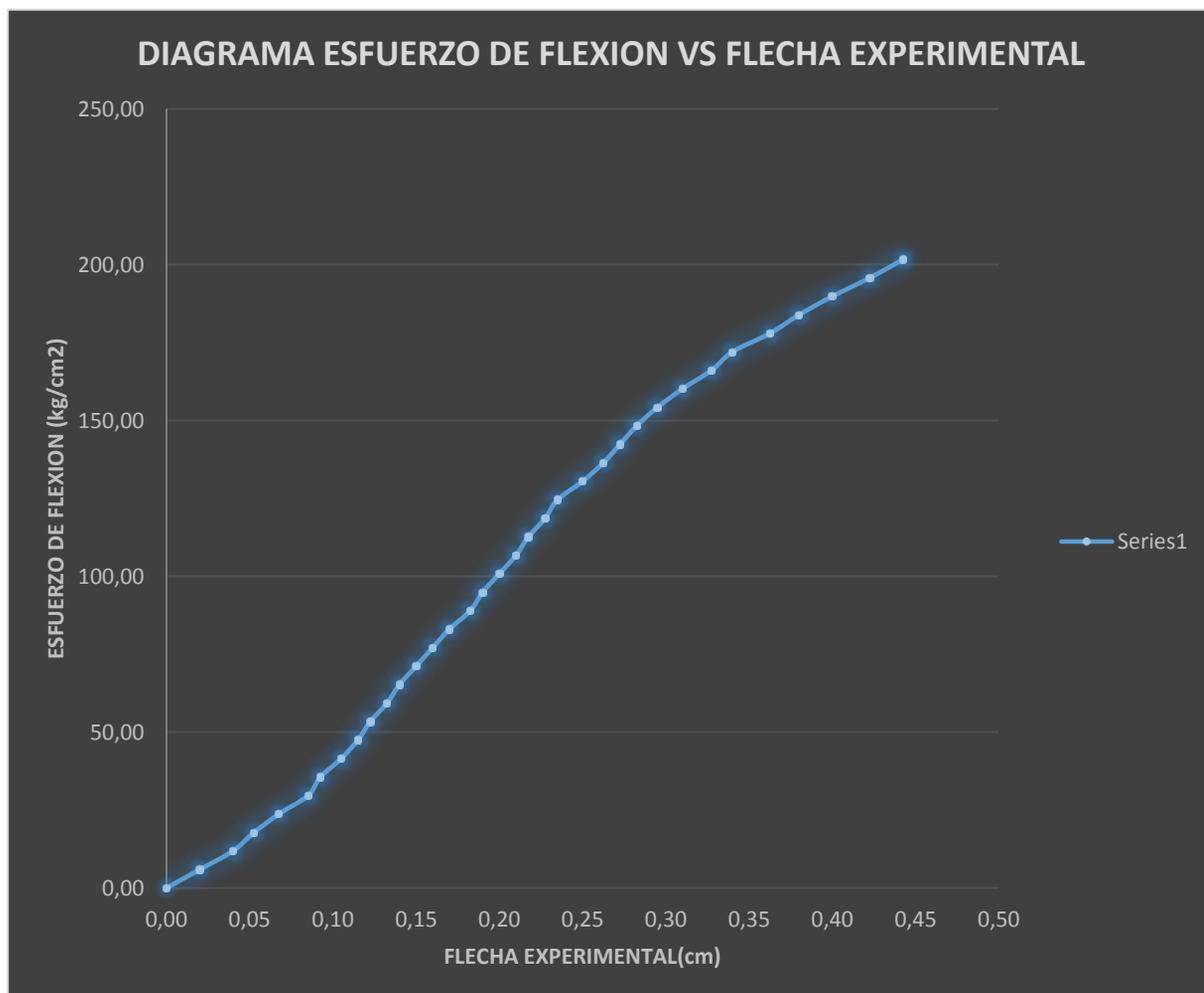
Cuadro 11 Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey en estado verde.

ESTADO	INERC.(cm4)	CARGA (kg)	DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm2)
En Verde	11,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
En Verde	11,35	10,00	4,00	0,20	0,02	50,25	5,93
En Verde	11,35	20,00	8,00	0,40	0,04	100,50	11,87
En Verde	11,35	30,00	10,50	0,53	0,05	150,75	17,80
En Verde	11,35	40,00	13,50	0,68	0,07	201,00	23,73
En Verde	11,35	50,00	17,00	0,85	0,09	251,25	29,67
En Verde	11,35	60,00	18,50	0,93	0,09	301,50	35,60
En Verde	11,35	70,00	21,00	1,05	0,11	351,75	41,53
En Verde	11,35	80,00	23,00	1,15	0,12	402,00	47,46
En Verde	11,35	90,00	24,50	1,23	0,12	452,25	53,40
En Verde	11,35	100,00	26,50	1,33	0,13	502,50	59,33
En Verde	11,35	110,00	28,00	1,40	0,14	552,75	65,26
En Verde	11,35	120,00	30,00	1,50	0,15	603,00	71,20
En Verde	11,35	130,00	32,00	1,60	0,16	653,25	77,13
En Verde	11,35	140,00	34,00	1,70	0,17	703,50	83,06
En Verde	11,35	150,00	36,50	1,83	0,18	753,75	89,00
En Verde	11,35	160,00	38,00	1,90	0,19	804,00	94,93
En Verde	11,35	170,00	40,00	2,00	0,20	854,25	100,86
En Verde	11,35	180,00	42,00	2,10	0,21	904,50	106,80
En Verde	11,35	190,00	43,50	2,18	0,22	954,75	112,73
En Verde	11,35	200,00	45,50	2,28	0,23	1005,00	118,66
En Verde	11,35	210,00	47,00	2,35	0,24	1055,25	124,59
En Verde	11,35	220,00	50,00	2,50	0,25	1105,50	130,53
En Verde	11,35	230,00	52,50	2,63	0,26	1155,75	136,46
En Verde	11,35	240,00	54,50	2,73	0,27	1206,00	142,39
En Verde	11,35	250,00	56,50	2,83	0,28	1256,25	148,33
En Verde	11,35	260,00	59,00	2,95	0,30	1306,50	154,26
En Verde	11,35	270,00	62,00	3,10	0,31	1356,75	160,19
En Verde	11,35	280,00	65,50	3,28	0,33	1407,00	166,13
En Verde	11,35	290,00	68,00	3,40	0,34	1457,25	172,06

En Verde	11,35	300,00	72,50	3,63	0,36	1507,50	177,99
En Verde	11,35	310,00	76,00	3,80	0,38	1557,75	183,92
En Verde	11,35	320,00	80,00	4,00	0,40	1608,00	189,86
En Verde	11,35	330,00	84,50	4,23	0,42	1658,25	195,79
En Verde	11,35	340,00	88,50	4,43	0,44	1708,50	201,72

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 3 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey a la fecha.



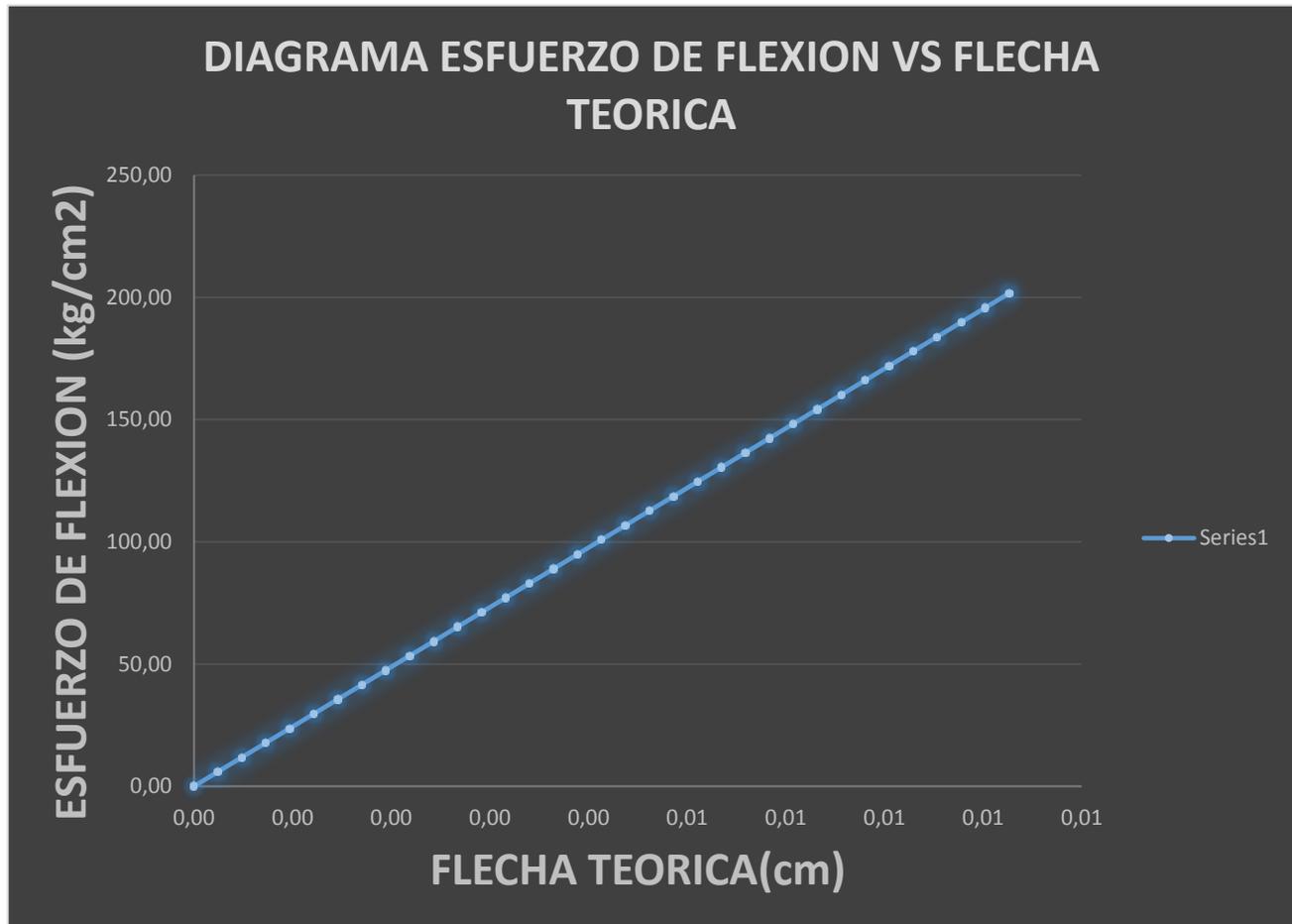
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 12 Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascare en verde.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
En Verde	11,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
En Verde	11,35	10,00	0,00	0,00	0,00	50,25	5,93
En Verde	11,35	20,00	0,00	0,00	0,00	100,50	11,87
En Verde	11,35	30,00	0,01	0,01	0,00	150,75	17,80
En Verde	11,35	40,00	0,01	0,01	0,00	201,00	23,73
En Verde	11,35	50,00	0,01	0,01	0,00	251,25	29,67
En Verde	11,35	60,00	0,01	0,01	0,00	301,50	35,60
En Verde	11,35	70,00	0,02	0,02	0,00	351,75	41,53
En Verde	11,35	80,00	0,02	0,02	0,00	402,00	47,46
En Verde	11,35	90,00	0,02	0,02	0,00	452,25	53,40
En Verde	11,35	100,00	0,02	0,02	0,00	502,50	59,33
En Verde	11,35	110,00	0,03	0,03	0,00	552,75	65,26
En Verde	11,35	120,00	0,03	0,03	0,00	603,00	71,20
En Verde	11,35	130,00	0,03	0,03	0,00	653,25	77,13
En Verde	11,35	140,00	0,03	0,03	0,00	703,50	83,06
En Verde	11,35	150,00	0,04	0,04	0,00	753,75	89,00
En Verde	11,35	160,00	0,04	0,04	0,00	804,00	94,93
En Verde	11,35	170,00	0,04	0,04	0,00	854,25	100,86
En Verde	11,35	180,00	0,04	0,04	0,00	904,50	106,80
En Verde	11,35	190,00	0,05	0,05	0,00	954,75	112,73
En Verde	11,35	200,00	0,05	0,05	0,00	1005,00	118,66
En Verde	11,35	210,00	0,05	0,05	0,01	1055,25	124,59
En Verde	11,35	220,00	0,05	0,05	0,01	1105,50	130,53
En Verde	11,35	230,00	0,06	0,06	0,01	1155,75	136,46
En Verde	11,35	240,00	0,06	0,06	0,01	1206,00	142,39
En Verde	11,35	250,00	0,06	0,06	0,01	1256,25	148,33
En Verde	11,35	260,00	0,06	0,06	0,01	1306,50	154,26
En Verde	11,35	270,00	0,07	0,07	0,01	1356,75	160,19
En Verde	11,35	280,00	0,07	0,07	0,01	1407,00	166,13
En Verde	11,35	290,00	0,07	0,07	0,01	1457,25	172,06
En Verde	11,35	300,00	0,07	0,07	0,01	1507,50	177,99
En Verde	11,35	310,00	0,08	0,08	0,01	1557,75	183,92
En Verde	11,35	320,00	0,08	0,08	0,01	1608,00	189,86
En Verde	11,35	330,00	0,08	0,08	0,01	1658,25	195,79
En Verde	11,35	340,00	0,08	0,08	0,01	1708,50	201,72

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 4 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey en verde.



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 13 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey en verde

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	$ET-EP/EP*100$
% ERROR FLEXION	0

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 14 Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey seco al horno

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. (mm)	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
Seco al horno	8,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Seco al horno	8,14	10,00	2,00	0,10	0,01	51,25	7,87
Seco al horno	8,14	20,00	3,50	0,18	0,02	102,50	15,74
Seco al horno	8,14	30,00	5,00	0,25	0,03	153,75	23,62
Seco al horno	8,14	40,00	6,00	0,30	0,03	205,00	31,49
Seco al horno	8,14	50,00	6,50	0,33	0,03	256,25	39,36
Seco al horno	8,14	60,00	8,50	0,43	0,04	307,50	47,23
Seco al horno	8,14	70,00	10,00	0,50	0,05	358,75	55,10
Seco al horno	8,14	80,00	11,00	0,55	0,06	410,00	62,98
Seco al horno	8,14	90,00	12,00	0,60	0,06	461,25	70,85
Seco al horno	8,14	100,00	13,00	0,65	0,07	512,50	78,72
Seco al horno	8,14	110,00	14,00	0,70	0,07	563,75	86,59
Seco al horno	8,14	120,00	15,50	0,78	0,08	615,00	94,46
Seco al horno	8,14	130,00	16,50	0,83	0,08	666,25	102,34
Seco al horno	8,14	140,00	18,00	0,90	0,09	717,50	110,21
Seco al horno	8,14	150,00	19,00	0,95	0,10	768,75	118,08
Seco al horno	8,14	160,00	20,00	1,00	0,10	820,00	125,95
Seco al horno	8,14	170,00	20,50	1,03	0,10	871,25	133,82
Seco al horno	8,14	180,00	21,50	1,08	0,11	922,50	141,70
Seco al horno	8,14	190,00	22,50	1,13	0,11	973,75	149,57
Seco al horno	8,14	200,00	23,00	1,15	0,12	1025,00	157,44
Seco al horno	8,14	210,00	24,00	1,20	0,12	1076,25	165,31
Seco al horno	8,14	220,00	25,00	1,25	0,13	1127,50	173,18
Seco al horno	8,14	230,00	26,50	1,33	0,13	1178,75	181,06
Seco al horno	8,14	240,00	27,50	1,38	0,14	1230,00	188,93
Seco al horno	8,14	250,00	28,50	1,43	0,14	1281,25	196,80
Seco al horno	8,14	260,00	30,00	1,50	0,15	1332,50	204,67
Seco al horno	8,14	270,00	31,00	1,55	0,16	1383,75	212,54

Seco al horno	8,14	280,00	32,50	1,63	0,16	1435,00	220,42
Seco al horno	8,14	290,00	33,50	1,68	0,17	1486,25	228,29
Seco al horno	8,14	300,00	35,00	1,75	0,18	1537,50	236,16
Seco al horno	8,14	310,00	37,00	1,85	0,19	1588,75	244,03
Seco al horno	8,14	320,00	42,00	2,10	0,21	1640,00	251,90
Seco al horno	8,14	330,00	44,00	2,20	0,22	1691,25	259,78
Seco al horno	8,14	340,00	47,00	2,35	0,24	1742,50	267,65
Seco al horno	8,14	350,00	49,00	2,45	0,25	1793,75	275,52
Seco al horno	8,14	360,00	51,00	2,55	0,26	1845,00	283,39
Seco al horno	8,14	370,00	55,00	2,75	0,28	1896,25	291,26
Seco al horno	8,14	380,00	57,00	2,85	0,29	1947,50	299,14
Seco al horno	8,14	390,00	58,00	2,90	0,29	1998,75	307,01
Seco al horno	8,14	400,00	60,00	3,00	0,30	2050,00	314,88
Seco al horno	8,14	410,00	62,00	3,10	0,31	2101,25	322,75
Seco al horno	8,14	420,00	64,00	3,20	0,32	2152,50	330,62
Seco al horno	8,14	430,00	66,00	3,30	0,33	2203,75	338,50
Seco al horno	8,14	440,00	68,00	3,40	0,34	2255,00	346,37
Seco al horno	8,14	450,00	70,00	3,50	0,35	2306,25	354,24
Seco al horno	8,14	460,00	72,50	3,63	0,36	2357,50	362,11
Seco al horno	8,14	470,00	81,00	4,05	0,41	2408,75	369,98
Seco al horno	8,14	480,00	83,00	4,15	0,42	2460,00	377,86
Seco al horno	8,14	490,00	85,50	4,28	0,43	2511,25	385,73
Seco al horno	8,14	500,00	87,00	4,35	0,44	2562,50	393,60
Seco al horno	8,14	510,00	91,00	4,55	0,46	2613,75	401,47
Seco al horno	8,14	520,00	94,00	4,70	0,47	2665,00	409,34
Seco al horno	8,14	530,00	96,00	4,80	0,48	2716,25	417,22
Seco al horno	8,14	540,00	97,00	4,85	0,49	2767,50	425,09
Seco al horno	8,14	550,00	100,00	5,00	0,50	2818,75	432,96
Seco al horno	8,14	560,00	103,00	5,15	0,52	2870,00	440,83
Seco al horno	8,14	570,00	107,00	5,35	0,54	2921,25	448,70
Seco al	8,14	580,00	110,50	5,53	0,55	2972,50	456,58

horno							
Seco al horno	8,14	590,00	114,00	5,70	0,57	3023,75	464,45
Seco al horno	8,14	600,00	118,00	5,90	0,59	3075,00	472,32
Seco al horno	8,14	610,00	120,50	6,03	0,60	3126,25	480,19
Seco al horno	8,14	631,00	125,00	6,25	0,63	3233,88	496,72

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 5 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey seco al



horno.

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 15 Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey seco al horno.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
Seco al horno	8,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Seco al horno	8,14	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	7,87
Seco al horno	8,14	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	15,74
Seco al horno	8,14	30,00	0,00	0,00	0,00	153,75	23,62
Seco al horno	8,14	40,00	0,00	0,00	0,00	205,00	31,49
Seco al horno	8,14	50,00	0,00	0,00	0,00	256,25	39,36
Seco al horno	8,14	60,00	0,00	0,00	0,00	307,50	47,23
Seco al horno	8,14	70,00	0,00	0,00	0,00	358,75	55,10
Seco al horno	8,14	80,00	0,00	0,00	0,00	410,00	62,98
Seco al horno	8,14	90,00	0,00	0,00	0,00	461,25	70,85
Seco al horno	8,14	100,00	0,00	0,00	0,00	512,50	78,72
Seco al horno	8,14	110,00	0,00	0,00	0,00	563,75	86,59
Seco al horno	8,14	120,00	0,01	0,00	0,00	615,00	94,46
Seco al horno	8,14	130,00	0,01	0,00	0,00	666,25	102,34
Seco al horno	8,14	140,00	0,01	0,00	0,00	717,50	110,21
Seco al horno	8,14	150,00	0,01	0,00	0,00	768,75	118,08
Seco al horno	8,14	160,00	0,01	0,00	0,00	820,00	125,95
Seco al horno	8,14	170,00	0,01	0,00	0,00	871,25	133,82
Seco al horno	8,14	180,00	0,01	0,00	0,00	922,50	141,70
Seco al horno	8,14	190,00	0,01	0,00	0,00	973,75	149,57
Seco al horno	8,14	200,00	0,01	0,00	0,00	1025,00	157,44
Seco al horno	8,14	210,00	0,01	0,00	0,00	1076,25	165,31
Seco al horno	8,14	220,00	0,01	0,00	0,00	1127,50	173,18
Seco al horno	8,14	230,00	0,01	0,00	0,00	1178,75	181,06
Seco al horno	8,14	240,00	0,01	0,00	0,00	1230,00	188,93
Seco al horno	8,14	250,00	0,01	0,00	0,00	1281,25	196,80
Seco al horno	8,14	260,00	0,01	0,00	0,00	1332,50	204,67
Seco al horno	8,14	270,00	0,01	0,00	0,00	1383,75	212,54

Seco al horno	8,14	280,00	0,01	0,00	0,00	1435,00	220,42
Seco al horno	8,14	290,00	0,01	0,00	0,00	1486,25	228,29
Seco al horno	8,14	300,00	0,01	0,00	0,00	1537,50	236,16
Seco al horno	8,14	310,00	0,01	0,00	0,00	1588,75	244,03
Seco al horno	8,14	320,00	0,01	0,00	0,00	1640,00	251,90
Seco al horno	8,14	330,00	0,01	0,00	0,00	1691,25	259,78
Seco al horno	8,14	340,00	0,01	0,00	0,00	1742,50	267,65
Seco al horno	8,14	350,00	0,02	0,00	0,00	1793,75	275,52
Seco al horno	8,14	360,00	0,02	0,00	0,00	1845,00	283,39
Seco al horno	8,14	370,00	0,02	0,00	0,00	1896,25	291,26
Seco al horno	8,14	380,00	0,02	0,00	0,00	1947,50	299,14
Seco al horno	8,14	390,00	0,02	0,00	0,00	1998,75	307,01
Seco al horno	8,14	400,00	0,02	0,00	0,00	2050,00	314,88
Seco al horno	8,14	410,00	0,02	0,00	0,00	2101,25	322,75
Seco al horno	8,14	420,00	0,02	0,00	0,00	2152,50	330,62
Seco al horno	8,14	430,00	0,02	0,00	0,00	2203,75	338,50
Seco al horno	8,14	440,00	0,02	0,00	0,00	2255,00	346,37
Seco al horno	8,14	450,00	0,02	0,00	0,00	2306,25	354,24
Seco al horno	8,14	460,00	0,02	0,00	0,00	2357,50	362,11
Seco al horno	8,14	470,00	0,02	0,00	0,00	2408,75	369,98
Seco al horno	8,14	480,00	0,02	0,00	0,00	2460,00	377,86
Seco al horno	8,14	490,00	0,02	0,00	0,00	2511,25	385,73
Seco al horno	8,14	500,00	0,02	0,00	0,00	2562,50	393,60
Seco al horno	8,14	510,00	0,02	0,00	0,00	2613,75	401,47
Seco al horno	8,14	520,00	0,02	0,00	0,00	2665,00	409,34
Seco al horno	8,14	530,00	0,02	0,00	0,00	2716,25	417,22
Seco al horno	8,14	540,00	0,02	0,00	0,00	2767,50	425,09
Seco al horno	8,14	550,00	0,02	0,00	0,00	2818,75	432,96
Seco al horno	8,14	560,00	0,02	0,00	0,00	2870,00	440,83
Seco al horno	8,14	570,00	0,03	0,00	0,00	2921,25	448,70
Seco al	8,14	580,00	0,03	0,00	0,00	2972,50	456,58

horno							
Seco al horno	8,14	590,00	0,03	0,00	0,00	3023,75	464,45
Seco al horno	8,14	600,00	0,03	0,00	0,00	3075,00	472,32
Seco al horno	8,14	610,00	0,03	0,00	0,00	3126,25	480,19
Seco al horno	8,14	631,00	0,03	0,00	0,00	3233,88	496,72

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 6 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey seco al horno.



Elaborado por: Diego Haro

Cuadro 16 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey seco al horno.

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	ET-EP/EP*100
% ERROR FLEXION	-98,49005056

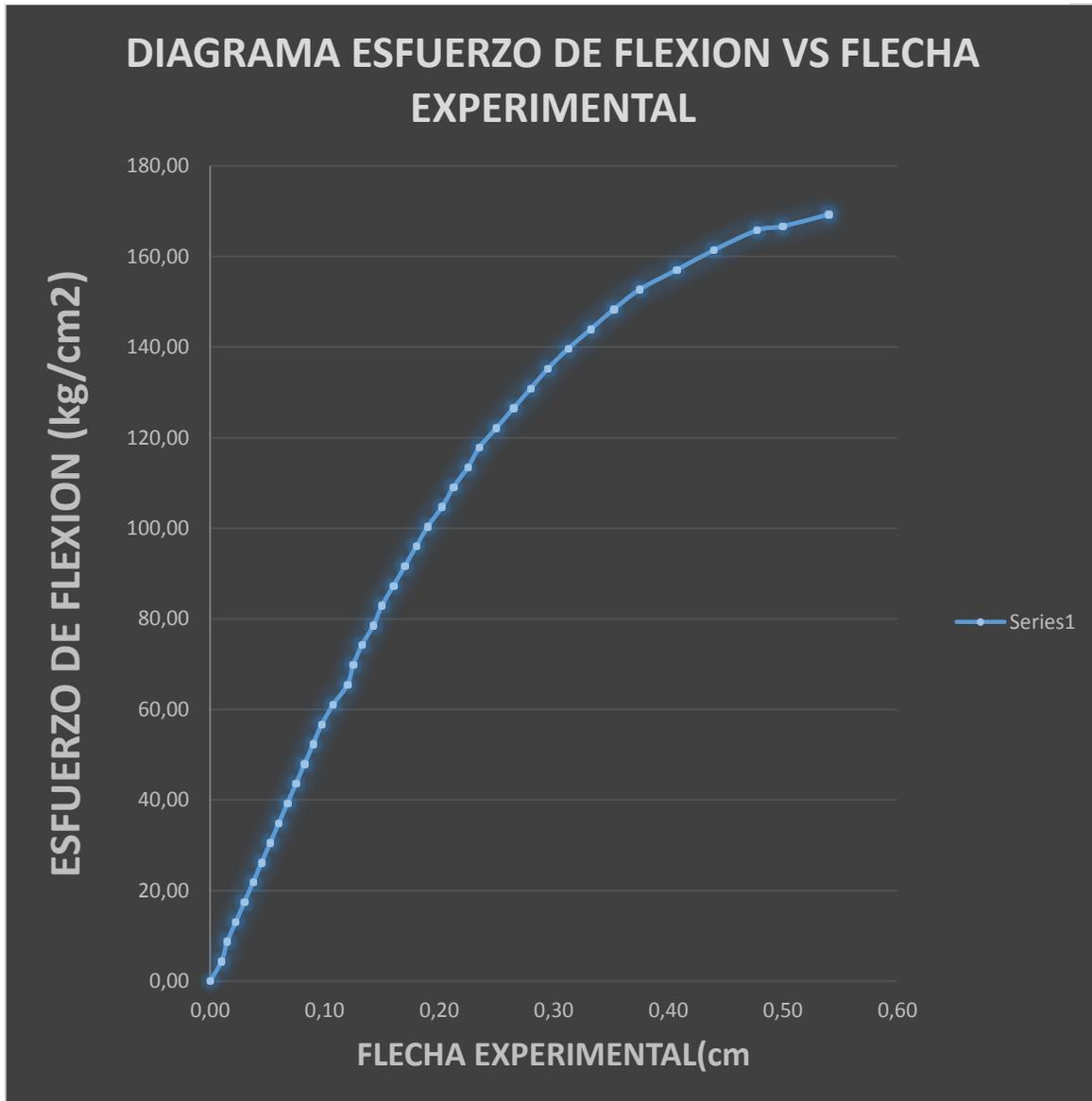
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 17 Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1) y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.S.L 1	16,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.S.L 1	16,97	10,00	2,00	0,10	0,01	51,25	4,36
M.S.L 1	16,97	20,00	3,00	0,15	0,02	102,50	8,73
M.S.L 1	16,97	30,00	4,50	0,23	0,02	153,75	13,09
M.S.L 1	16,97	40,00	6,00	0,30	0,03	205,00	17,45
M.S.L 1	16,97	50,00	7,50	0,38	0,04	256,25	21,81
M.S.L 1	16,97	60,00	9,00	0,45	0,05	307,50	26,18
M.S.L 1	16,97	70,00	10,50	0,53	0,05	358,75	30,54
M.S.L 1	16,97	80,00	12,00	0,60	0,06	410,00	34,90
M.S.L 1	16,97	90,00	13,50	0,68	0,07	461,25	39,27
M.S.L 1	16,97	100,00	15,00	0,75	0,08	512,50	43,63
M.S.L 1	16,97	110,00	16,50	0,83	0,08	563,75	47,99
M.S.L 1	16,97	120,00	18,00	0,90	0,09	615,00	52,35
M.S.L 1	16,97	130,00	19,50	0,98	0,10	666,25	56,72
M.S.L 1	16,97	140,00	21,50	1,08	0,11	717,50	61,08
M.S.L 1	16,97	150,00	24,00	1,20	0,12	768,75	65,44
M.S.L 1	16,97	160,00	25,00	1,25	0,13	820,00	69,81
M.S.L 1	16,97	170,00	26,50	1,33	0,13	871,25	74,17
M.S.L 1	16,97	180,00	28,50	1,43	0,14	922,50	78,53
M.S.L 1	16,97	190,00	30,00	1,50	0,15	973,75	82,89
M.S.L 1	16,97	200,00	32,00	1,60	0,16	1025,00	87,26
M.S.L 1	16,97	210,00	34,00	1,70	0,17	1076,25	91,62
M.S.L 1	16,97	220,00	36,00	1,80	0,18	1127,50	95,98
M.S.L 1	16,97	230,00	38,00	1,90	0,19	1178,75	100,35
M.S.L 1	16,97	240,00	40,50	2,03	0,20	1230,00	104,71
M.S.L 1	16,97	250,00	42,50	2,13	0,21	1281,25	109,07
M.S.L 1	16,97	260,00	45,00	2,25	0,23	1332,50	113,43
M.S.L 1	16,97	270,00	47,00	2,35	0,24	1383,75	117,80
M.S.L 1	16,97	280,00	50,00	2,50	0,25	1435,00	122,16
M.S.L 1	16,97	290,00	53,00	2,65	0,27	1486,25	126,52
M.S.L 1	16,97	300,00	56,00	2,80	0,28	1537,50	130,89
M.S.L 1	16,97	310,00	59,00	2,95	0,30	1588,75	135,25
M.S.L 1	16,97	320,00	62,50	3,13	0,31	1640,00	139,61
M.S.L 1	16,97	330,00	66,50	3,33	0,33	1691,25	143,97
M.S.L 1	16,97	340,00	70,50	3,53	0,35	1742,50	148,34
M.S.L 1	16,97	350,00	75,00	3,75	0,38	1793,75	152,70
M.S.L 1	16,97	360,00	81,50	4,08	0,41	1845,00	157,06
M.S.L 1	16,97	370,00	88,00	4,40	0,44	1896,25	161,42
M.S.L 1	16,97	380,00	95,50	4,78	0,48	1947,50	165,79
M.S.L 1	16,97	382,00	100,00	5,00	0,50	1957,75	166,66
M.S.L 1	16,97	388,00	108,00	5,40	0,54	1988,50	169,28

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 7 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey sin laca (M.S.L.1).



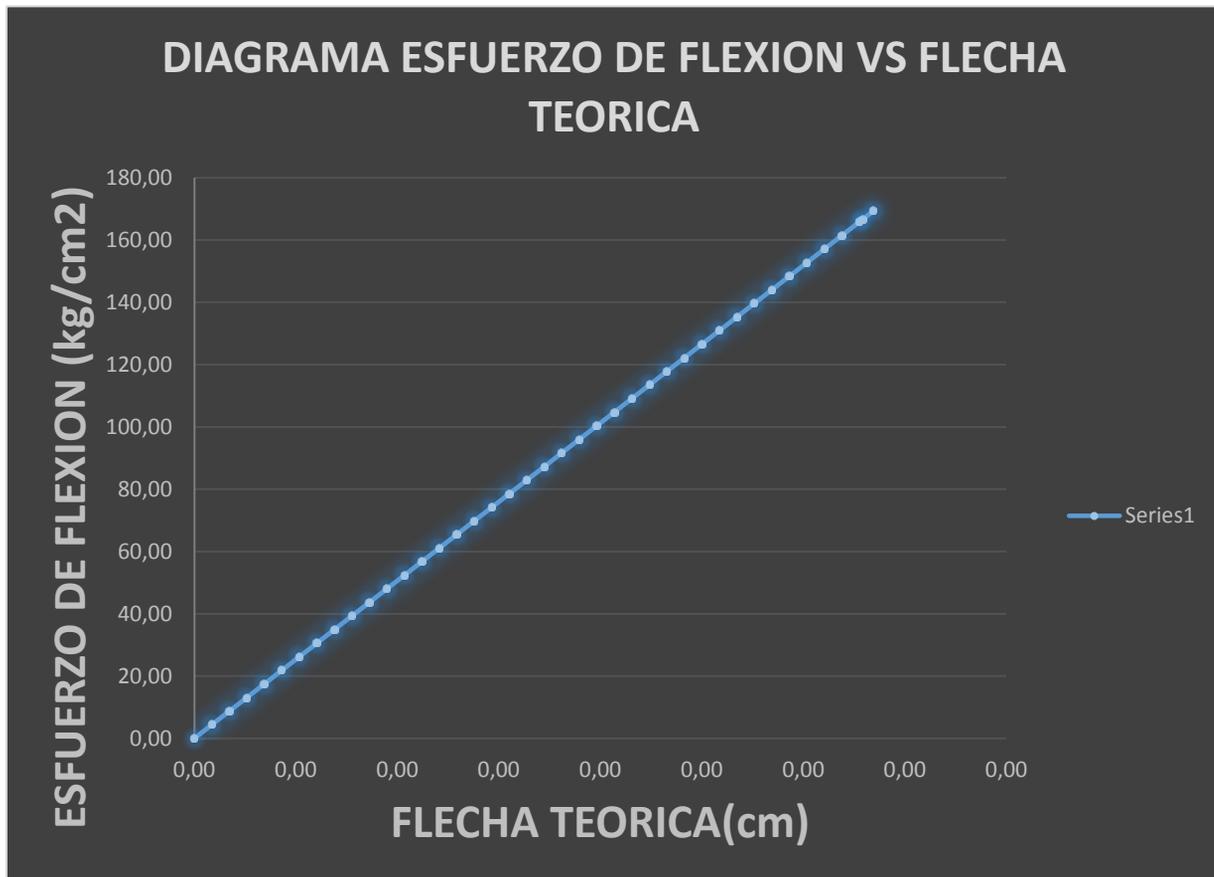
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 18 Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1) y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.S.L 1	16,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.S.L 1	16,97	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	4,36
M.S.L 1	16,97	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	8,73
M.S.L 1	16,97	30,00	0,01	0,00	0,00	153,75	13,09
M.S.L 1	16,97	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	17,45
M.S.L 1	16,97	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	21,81
M.S.L 1	16,97	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	26,18
M.S.L 1	16,97	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	30,54
M.S.L 1	16,97	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	34,90
M.S.L 1	16,97	90,00	0,02	0,00	0,00	461,25	39,27
M.S.L 1	16,97	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	43,63
M.S.L 1	16,97	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	47,99
M.S.L 1	16,97	120,00	0,02	0,00	0,00	615,00	52,35
M.S.L 1	16,97	130,00	0,02	0,00	0,00	666,25	56,72
M.S.L 1	16,97	140,00	0,02	0,00	0,00	717,50	61,08
M.S.L 1	16,97	150,00	0,03	0,00	0,00	768,75	65,44
M.S.L 1	16,97	160,00	0,03	0,00	0,00	820,00	69,81
M.S.L 1	16,97	170,00	0,03	0,00	0,00	871,25	74,17
M.S.L 1	16,97	180,00	0,03	0,00	0,00	922,50	78,53
M.S.L 1	16,97	190,00	0,03	0,00	0,00	973,75	82,89
M.S.L 1	16,97	200,00	0,03	0,00	0,00	1025,00	87,26
M.S.L 1	16,97	210,00	0,04	0,00	0,00	1076,25	91,62
M.S.L 1	16,97	220,00	0,04	0,00	0,00	1127,50	95,98
M.S.L 1	16,97	230,00	0,04	0,00	0,00	1178,75	100,35
M.S.L 1	16,97	240,00	0,04	0,00	0,00	1230,00	104,71
M.S.L 1	16,97	250,00	0,04	0,00	0,00	1281,25	109,07
M.S.L 1	16,97	260,00	0,04	0,00	0,00	1332,50	113,43
M.S.L 1	16,97	270,00	0,05	0,00	0,00	1383,75	117,80
M.S.L 1	16,97	280,00	0,05	0,00	0,00	1435,00	122,16
M.S.L 1	16,97	290,00	0,05	0,00	0,00	1486,25	126,52
M.S.L 1	16,97	300,00	0,05	0,00	0,00	1537,50	130,89
M.S.L 1	16,97	310,00	0,05	0,00	0,00	1588,75	135,25
M.S.L 1	16,97	320,00	0,06	0,00	0,00	1640,00	139,61
M.S.L 1	16,97	330,00	0,06	0,00	0,00	1691,25	143,97
M.S.L 1	16,97	340,00	0,06	0,00	0,00	1742,50	148,34
M.S.L 1	16,97	350,00	0,06	0,00	0,00	1793,75	152,70
M.S.L 1	16,97	360,00	0,06	0,00	0,00	1845,00	157,06
M.S.L 1	16,97	370,00	0,06	0,00	0,00	1896,25	161,42
M.S.L 1	16,97	380,00	0,07	0,00	0,00	1947,50	165,79
M.S.L 1	16,97	382,00	0,07	0,00	0,00	1957,75	166,66
M.S.L 1	16,97	388,00	0,07	0,00	0,00	1988,50	169,28

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 8 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey sin laca (M.S.L.1).



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 19 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey (M.S.L1).

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	ET-EP/EP*100
% ERROR FLEXION	0

Elaborado por: Diego Haro.

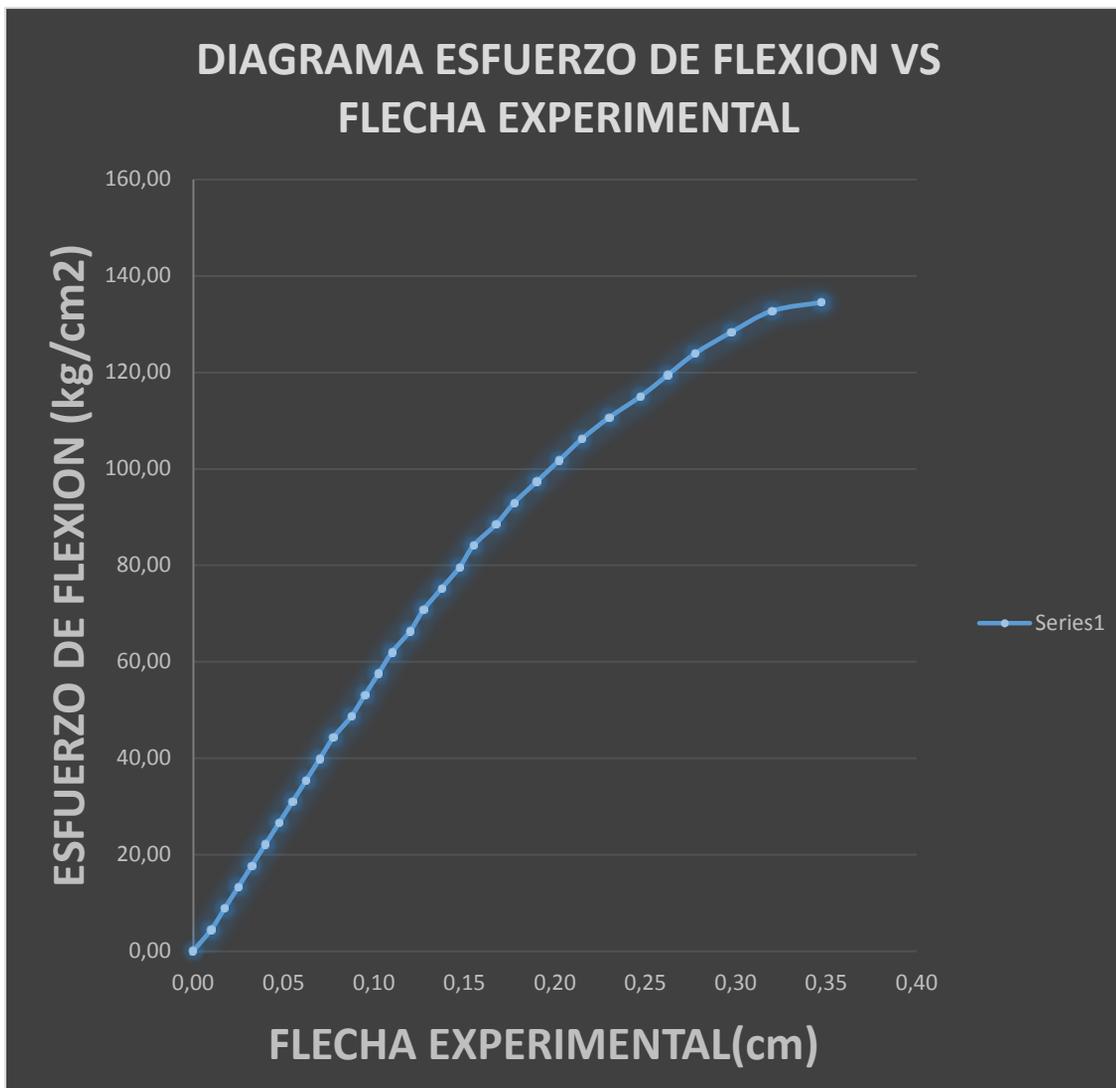
En el mascarey sin laca 1 (M.S.L1) y base de plywood fenólico el esfuerzo de rotura experimental es de 169,28 kg/cm² y el límite de fluencia es de 152,70 kg/cm²

Cuadro 20 Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1´) y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.S.L 1	16,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.S.L 1	16,97	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	4,36
M.S.L 1	16,97	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	8,73
M.S.L 1	16,97	30,00	0,01	0,00	0,00	153,75	13,09
M.S.L 1	16,97	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	17,45
M.S.L 1	16,97	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	21,81
M.S.L 1	16,97	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	26,18
M.S.L 1	16,97	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	30,54
M.S.L 1	16,97	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	34,90
M.S.L 1	16,97	90,00	0,02	0,00	0,00	461,25	39,27
M.S.L 1	16,97	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	43,63
M.S.L 1	16,97	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	47,99
M.S.L 1	16,97	120,00	0,02	0,00	0,00	615,00	52,35
M.S.L 1	16,97	130,00	0,02	0,00	0,00	666,25	56,72
M.S.L 1	16,97	140,00	0,02	0,00	0,00	717,50	61,08
M.S.L 1	16,97	150,00	0,03	0,00	0,00	768,75	65,44
M.S.L 1	16,97	160,00	0,03	0,00	0,00	820,00	69,81
M.S.L 1	16,97	170,00	0,03	0,00	0,00	871,25	74,17
M.S.L 1	16,97	180,00	0,03	0,00	0,00	922,50	78,53
M.S.L 1	16,97	190,00	0,03	0,00	0,00	973,75	82,89
M.S.L 1	16,97	200,00	0,03	0,00	0,00	1025,00	87,26
M.S.L 1	16,97	210,00	0,04	0,00	0,00	1076,25	91,62
M.S.L 1	16,97	220,00	0,04	0,00	0,00	1127,50	95,98
M.S.L 1	16,97	230,00	0,04	0,00	0,00	1178,75	100,35
M.S.L 1	16,97	240,00	0,04	0,00	0,00	1230,00	104,71
M.S.L 1	16,97	250,00	0,04	0,00	0,00	1281,25	109,07
M.S.L 1	16,97	260,00	0,04	0,00	0,00	1332,50	113,43
M.S.L 1	16,97	270,00	0,05	0,00	0,00	1383,75	117,80
M.S.L 1	16,97	280,00	0,05	0,00	0,00	1435,00	122,16
M.S.L 1	16,97	290,00	0,05	0,00	0,00	1486,25	126,52
M.S.L 1	16,97	300,00	0,05	0,00	0,00	1537,50	130,89
M.S.L 1	16,97	310,00	0,05	0,00	0,00	1588,75	135,25
M.S.L 1	16,97	320,00	0,06	0,00	0,00	1640,00	139,61
M.S.L 1	16,97	330,00	0,06	0,00	0,00	1691,25	143,97
M.S.L 1	16,97	340,00	0,06	0,00	0,00	1742,50	148,34
M.S.L 1	16,97	350,00	0,06	0,00	0,00	1793,75	152,70
M.S.L 1	16,97	360,00	0,06	0,00	0,00	1845,00	157,06
M.S.L 1	16,97	370,00	0,06	0,00	0,00	1896,25	161,42
M.S.L 1	16,97	380,00	0,07	0,00	0,00	1947,50	165,79
M.S.L 1	16,97	382,00	0,07	0,00	0,00	1957,75	166,66
M.S.L 1	16,97	388,00	0,07	0,00	0,00	1988,50	169,28

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 9 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey sin laca (M.S.L.1)



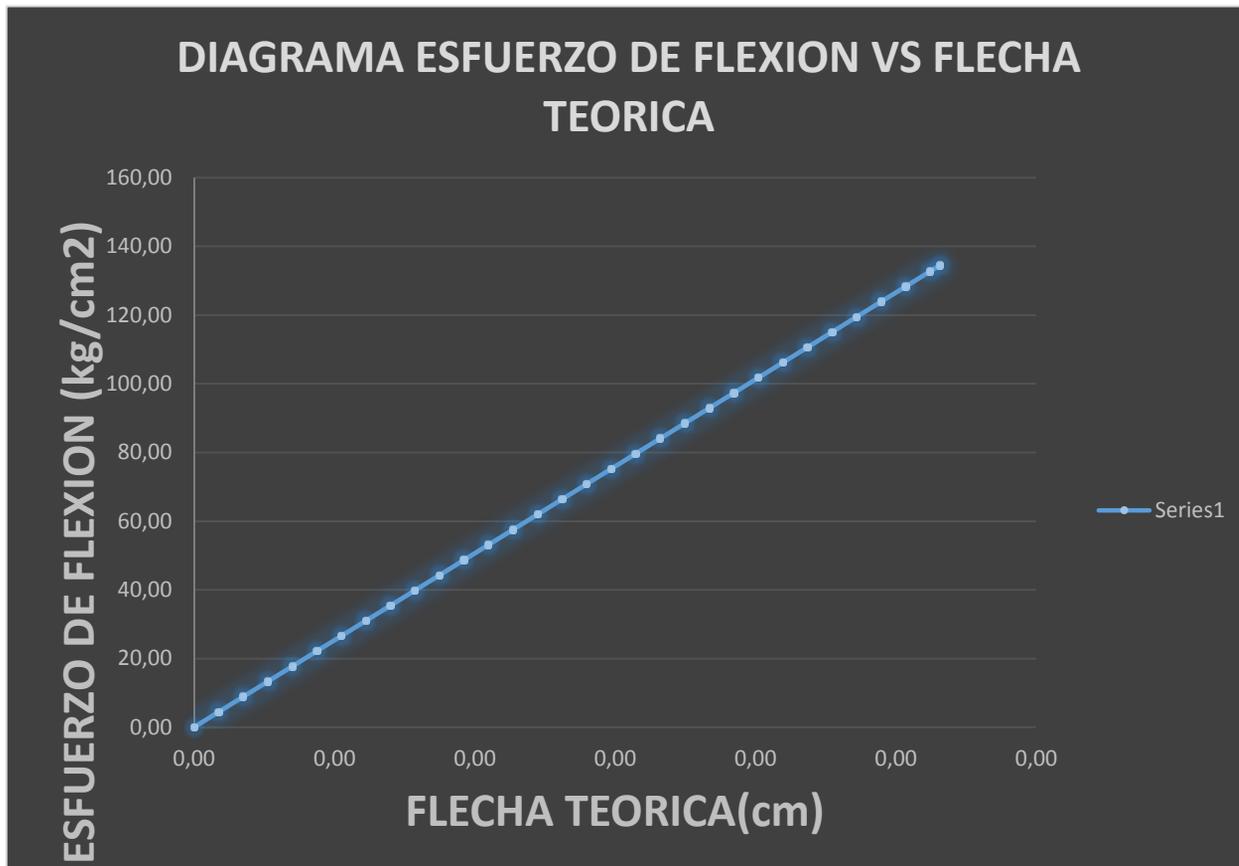
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 21 Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey sin laca (M.S.L. 1´) y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.S.L 1´	16,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.S.L 1´	16,74	10,00	2,00	0,10	0,01	51,25	4,42
M.S.L 1´	16,74	20,00	3,50	0,18	0,02	102,50	8,85
M.S.L 1´	16,74	30,00	5,00	0,25	0,03	153,75	13,27
M.S.L 1´	16,74	40,00	6,50	0,33	0,03	205,00	17,69
M.S.L 1´	16,74	50,00	8,00	0,40	0,04	256,25	22,12
M.S.L 1´	16,74	60,00	9,50	0,48	0,05	307,50	26,54
M.S.L 1´	16,74	70,00	11,00	0,55	0,06	358,75	30,96
M.S.L 1´	16,74	80,00	12,50	0,63	0,06	410,00	35,39
M.S.L 1´	16,74	90,00	14,00	0,70	0,07	461,25	39,81
M.S.L 1´	16,74	100,00	15,50	0,78	0,08	512,50	44,23
M.S.L 1´	16,74	110,00	17,50	0,88	0,09	563,75	48,66
M.S.L 1´	16,74	120,00	19,00	0,95	0,10	615,00	53,08
M.S.L 1´	16,74	130,00	20,50	1,03	0,10	666,25	57,50
M.S.L 1´	16,74	140,00	22,00	1,10	0,11	717,50	61,93
M.S.L 1´	16,74	150,00	24,00	1,20	0,12	768,75	66,35
M.S.L 1´	16,74	160,00	25,50	1,28	0,13	820,00	70,77
M.S.L 1´	16,74	170,00	27,50	1,38	0,14	871,25	75,20
M.S.L 1´	16,74	180,00	29,50	1,48	0,15	922,50	79,62
M.S.L 1´	16,74	190,00	31,00	1,55	0,16	973,75	84,05
M.S.L 1´	16,74	200,00	33,50	1,68	0,17	1025,00	88,47
M.S.L 1´	16,74	210,00	35,50	1,78	0,18	1076,25	92,89
M.S.L 1´	16,74	220,00	38,00	1,90	0,19	1127,50	97,32
M.S.L 1´	16,74	230,00	40,50	2,03	0,20	1178,75	101,74
M.S.L 1´	16,74	240,00	43,00	2,15	0,22	1230,00	106,16
M.S.L 1´	16,74	250,00	46,00	2,30	0,23	1281,25	110,59
M.S.L 1´	16,74	260,00	49,50	2,48	0,25	1332,50	115,01
M.S.L 1´	16,74	270,00	52,50	2,63	0,26	1383,75	119,43
M.S.L 1´	16,74	280,00	55,50	2,78	0,28	1435,00	123,86
M.S.L 1´	16,74	290,00	59,50	2,98	0,30	1486,25	128,28
M.S.L 1´	16,74	300,00	64,00	3,20	0,32	1537,50	132,70
M.S.L 1´	16,74	304,00	69,50	3,48	0,35	1558,00	134,47

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 10 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de mascarey sin laca (M.S.L1').



Elaborado por: Diego Haro

Cuadro 22 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey sin laca (M.S.L1').

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	ET-EP/EP*100
% ERROR FLEXION	0

Elaborado por: Diego Haro.

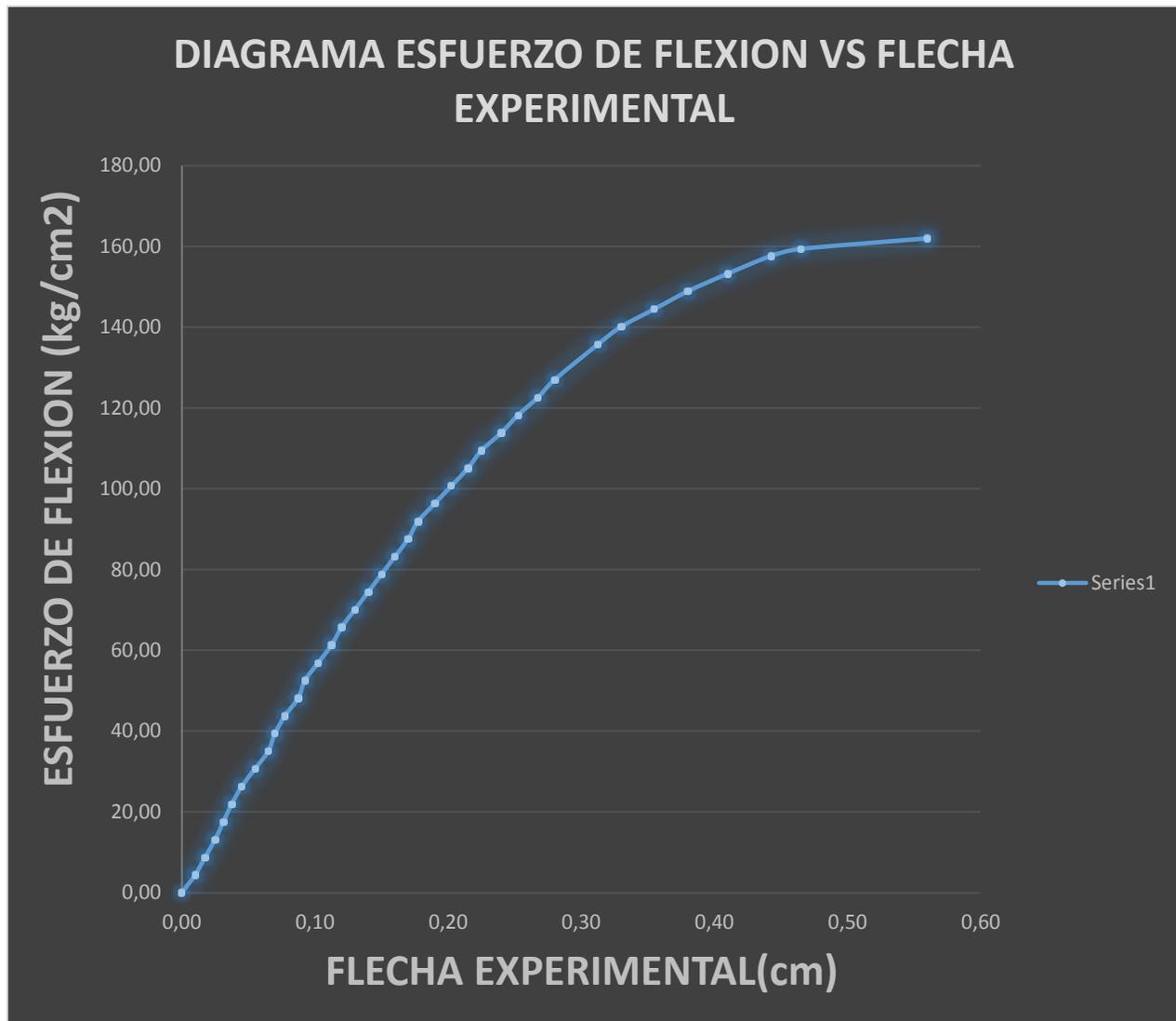
En el mascarey sin laca 1 (M.S.L1') y base de plywood fenólico el esfuerzo de rotura experimental es de 134,47 kg/cm² y el límite de fluencia es de 119,43 kg/cm².

Cuadro 23 Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2) y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.S.L 1´	16,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.S.L 1´	16,74	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	4,42
M.S.L 1´	16,74	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	8,85
M.S.L 1´	16,74	30,00	0,01	0,00	0,00	153,75	13,27
M.S.L 1´	16,74	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	17,69
M.S.L 1´	16,74	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	22,12
M.S.L 1´	16,74	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	26,54
M.S.L 1´	16,74	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	30,96
M.S.L 1´	16,74	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	35,39
M.S.L 1´	16,74	90,00	0,02	0,00	0,00	461,25	39,81
M.S.L 1´	16,74	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	44,23
M.S.L 1´	16,74	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	48,66
M.S.L 1´	16,74	120,00	0,02	0,00	0,00	615,00	53,08
M.S.L 1´	16,74	130,00	0,02	0,00	0,00	666,25	57,50
M.S.L 1´	16,74	140,00	0,02	0,00	0,00	717,50	61,93
M.S.L 1´	16,74	150,00	0,03	0,00	0,00	768,75	66,35
M.S.L 1´	16,74	160,00	0,03	0,00	0,00	820,00	70,77
M.S.L 1´	16,74	170,00	0,03	0,00	0,00	871,25	75,20
M.S.L 1´	16,74	180,00	0,03	0,00	0,00	922,50	79,62
M.S.L 1´	16,74	190,00	0,03	0,00	0,00	973,75	84,05
M.S.L 1´	16,74	200,00	0,03	0,00	0,00	1025,00	88,47
M.S.L 1´	16,74	210,00	0,04	0,00	0,00	1076,25	92,89
M.S.L 1´	16,74	220,00	0,04	0,00	0,00	1127,50	97,32
M.S.L 1´	16,74	230,00	0,04	0,00	0,00	1178,75	101,74
M.S.L 1´	16,74	240,00	0,04	0,00	0,00	1230,00	106,16
M.S.L 1´	16,74	250,00	0,04	0,00	0,00	1281,25	110,59
M.S.L 1´	16,74	260,00	0,05	0,00	0,00	1332,50	115,01
M.S.L 1´	16,74	270,00	0,05	0,00	0,00	1383,75	119,43
M.S.L 1´	16,74	280,00	0,05	0,00	0,00	1435,00	123,86
M.S.L 1´	16,74	290,00	0,05	0,00	0,00	1486,25	128,28
M.S.L 1´	16,74	300,00	0,05	0,00	0,00	1537,50	132,70
M.S.L 1´	16,74	304,00	0,05	0,00	0,00	1558,00	134,47

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 11 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2).



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 24 Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2) y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.C.L 2	16,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.C.L 2	16,97	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	4,38
M.C.L 2	16,97	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	8,76
M.C.L 2	16,97	30,00	0,01	0,00	0,00	153,75	13,13
M.C.L 2	16,97	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	17,51
M.C.L 2	16,97	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	21,89
M.C.L 2	16,97	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	26,27
M.C.L 2	16,97	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	30,64
M.C.L 2	16,97	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	35,02
M.C.L 2	16,97	90,00	0,02	0,00	0,00	461,25	39,40
M.C.L 2	16,97	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	43,78
M.C.L 2	16,97	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	48,16
M.C.L 2	16,97	120,00	0,02	0,00	0,00	615,00	52,53
M.C.L 2	16,97	130,00	0,02	0,00	0,00	666,25	56,91
M.C.L 2	16,97	140,00	0,02	0,00	0,00	717,50	61,29
M.C.L 2	16,97	150,00	0,03	0,00	0,00	768,75	65,67
M.C.L 2	16,97	160,00	0,03	0,00	0,00	820,00	70,05
M.C.L 2	16,97	170,00	0,03	0,00	0,00	871,25	74,42
M.C.L 2	16,97	180,00	0,03	0,00	0,00	922,50	78,80
M.C.L 2	16,97	190,00	0,03	0,00	0,00	973,75	83,18
M.C.L 2	16,97	200,00	0,03	0,00	0,00	1025,00	87,56
M.C.L 2	16,97	210,00	0,04	0,00	0,00	1076,25	91,93

M.C.L 2	16,97	220,00	0,04	0,00	0,00	1127,50	96,31
M.C.L 2	16,97	230,00	0,04	0,00	0,00	1178,75	100,69
M.C.L 2	16,97	240,00	0,04	0,00	0,00	1230,00	105,07
M.C.L 2	16,97	250,00	0,04	0,00	0,00	1281,25	109,45
M.C.L 2	16,97	260,00	0,04	0,00	0,00	1332,50	113,82
M.C.L 2	16,97	270,00	0,05	0,00	0,00	1383,75	118,20
M.C.L 2	16,97	280,00	0,05	0,00	0,00	1435,00	122,58
M.C.L 2	16,97	290,00	0,05	0,00	0,00	1486,25	126,96
M.C.L 2	16,97	300,00	0,05	0,00	0,00	1537,50	131,33
M.C.L 2	16,97	310,00	0,05	0,00	0,00	1588,75	135,71
M.C.L 2	16,97	320,00	0,06	0,00	0,00	1640,00	140,09
M.C.L 2	16,97	330,00	0,06	0,00	0,00	1691,25	144,47
M.C.L 2	16,97	340,00	0,06	0,00	0,00	1742,50	148,85
M.C.L 2	16,97	350,00	0,06	0,00	0,00	1793,75	153,22
M.C.L 2	16,97	360,00	0,06	0,00	0,00	1845,00	157,60
M.C.L 2	16,97	364,00	0,06	0,00	0,00	1865,50	159,35
M.C.L 2	16,97	370,00	0,06	0,00	0,00	1896,25	161,98

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 12 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2)



Elaborado por: Diego Haro

Cuadro 25 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey con laca (M.C.L2).

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	$ET-EP/EP*100$
% ERROR FLEXION	0

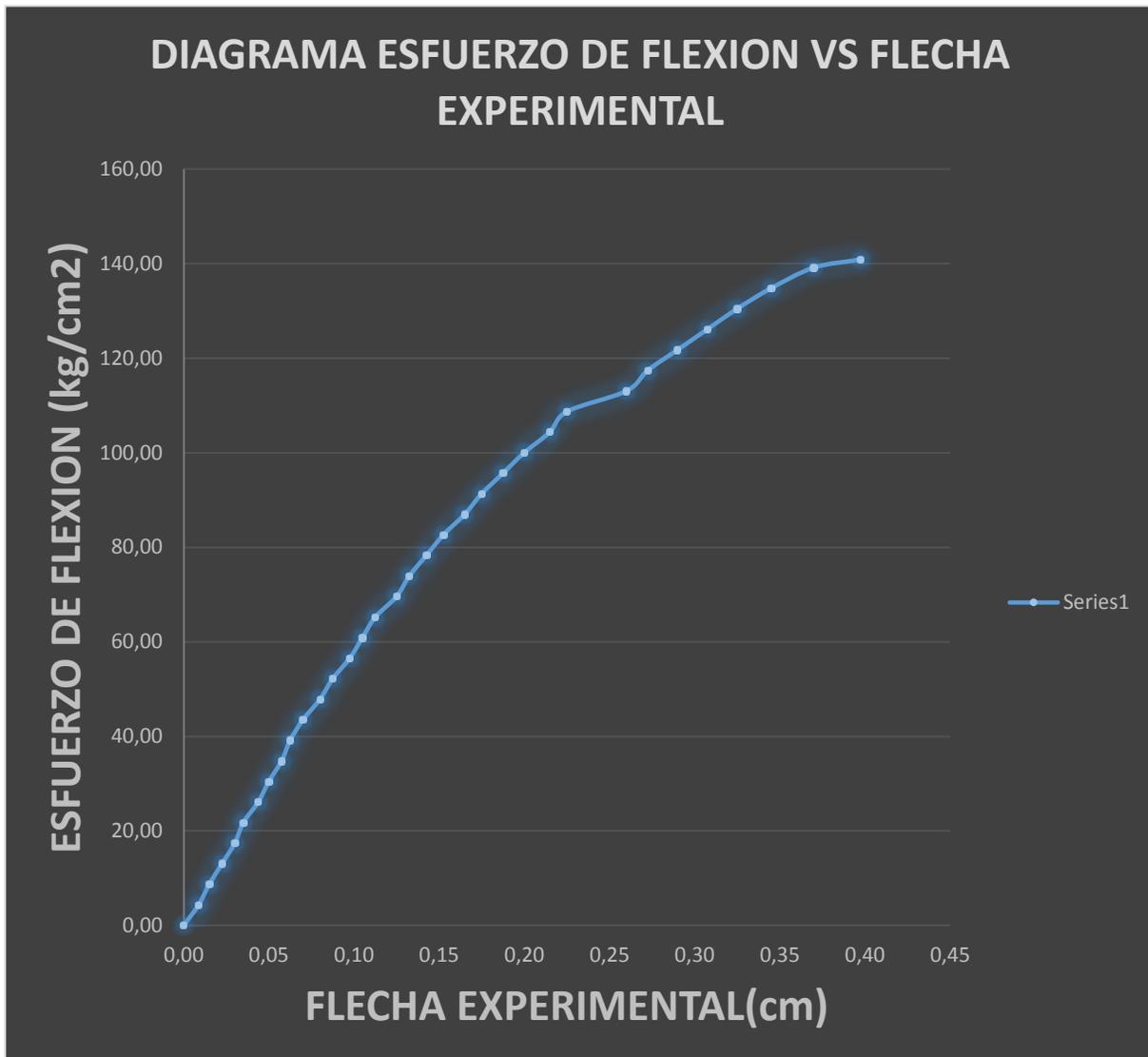
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 26 Prueba de flexión estática experimental con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2') y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.C.L 2'	17,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.C.L 2'	17,09	10,00	1,75	0,09	0,01	51,25	4,35
M.C.L 2'	17,09	20,00	3,00	0,15	0,02	102,50	8,70
M.C.L 2'	17,09	30,00	4,50	0,23	0,02	153,75	13,04
M.C.L 2'	17,09	40,00	6,00	0,30	0,03	205,00	17,39
M.C.L 2'	17,09	50,00	7,00	0,35	0,04	256,25	21,74
M.C.L 2'	17,09	60,00	8,75	0,44	0,04	307,50	26,09
M.C.L 2'	17,09	70,00	10,00	0,50	0,05	358,75	30,43
M.C.L 2'	17,09	80,00	11,50	0,58	0,06	410,00	34,78
M.C.L 2'	17,09	90,00	12,50	0,63	0,06	461,25	39,13
M.C.L 2'	17,09	100,00	14,00	0,70	0,07	512,50	43,48
M.C.L 2'	17,09	110,00	16,00	0,80	0,08	563,75	47,82
M.C.L 2'	17,09	120,00	17,50	0,88	0,09	615,00	52,17
M.C.L 2'	17,09	130,00	19,50	0,98	0,10	666,25	56,52
M.C.L 2'	17,09	140,00	21,00	1,05	0,11	717,50	60,87
M.C.L 2'	17,09	150,00	22,50	1,13	0,11	768,75	65,21
M.C.L 2'	17,09	160,00	25,00	1,25	0,13	820,00	69,56
M.C.L 2'	17,09	170,00	26,50	1,33	0,13	871,25	73,91
M.C.L 2'	17,09	180,00	28,50	1,43	0,14	922,50	78,26
M.C.L 2'	17,09	190,00	30,50	1,53	0,15	973,75	82,61
M.C.L 2'	17,09	200,00	33,00	1,65	0,17	1025,00	86,95
M.C.L 2'	17,09	210,00	35,00	1,75	0,18	1076,25	91,30
M.C.L 2'	17,09	220,00	37,50	1,88	0,19	1127,50	95,65
M.C.L 2'	17,09	230,00	40,00	2,00	0,20	1178,75	100,00
M.C.L 2'	17,09	240,00	43,00	2,15	0,22	1230,00	104,34
M.C.L 2'	17,09	250,00	45,00	2,25	0,23	1281,25	108,69
M.C.L 2'	17,09	260,00	52,00	2,60	0,26	1332,50	113,04
M.C.L 2'	17,09	270,00	54,50	2,73	0,27	1383,75	117,39
M.C.L 2'	17,09	280,00	58,00	2,90	0,29	1435,00	121,73
M.C.L 2'	17,09	290,00	61,50	3,08	0,31	1486,25	126,08
M.C.L 2'	17,09	300,00	65,00	3,25	0,33	1537,50	130,43
M.C.L 2'	17,09	310,00	69,00	3,45	0,35	1588,75	134,78
M.C.L 2'	17,09	320,00	74,00	3,70	0,37	1640,00	139,12
M.C.L 2'	17,09	324,00	79,50	3,98	0,40	1660,50	140,86

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 13 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2').



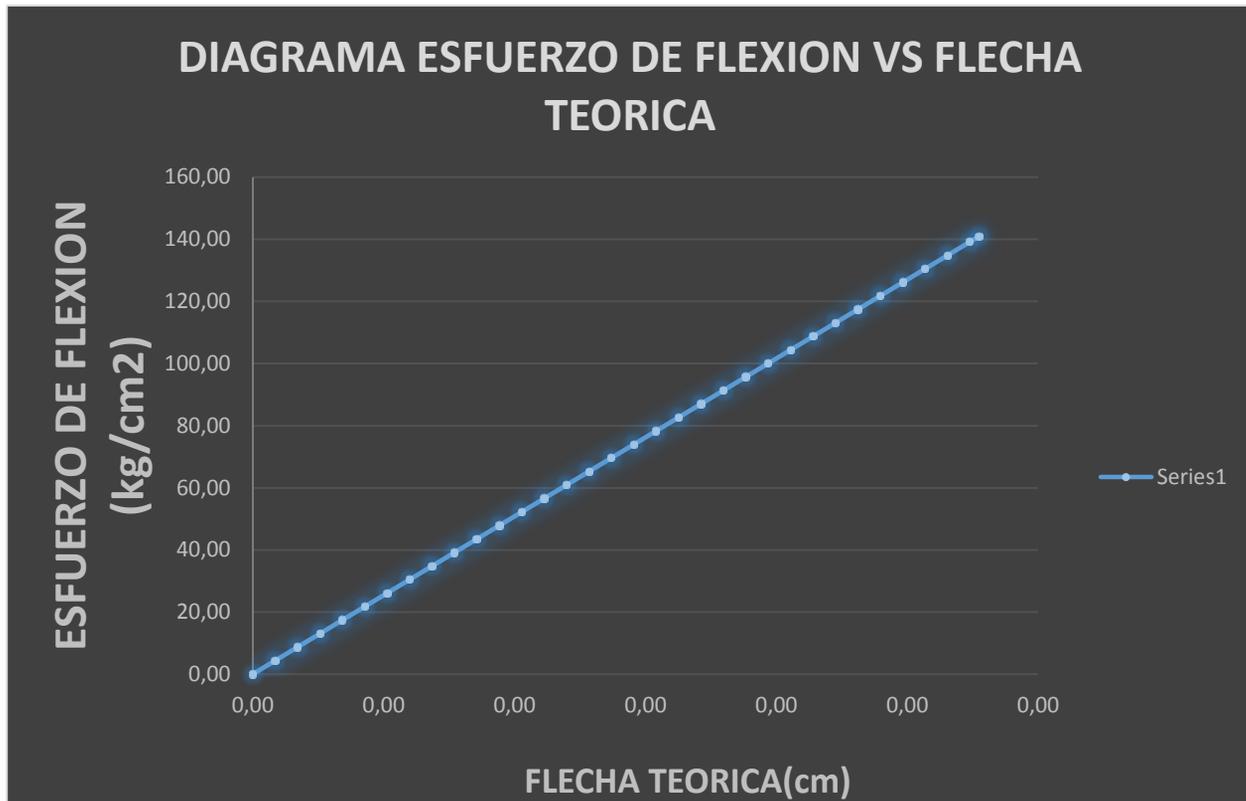
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 27 Prueba de flexión estática teórica con probetas de mascarey con laca (M.C.L. 2') y base de plywood fenólico.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
M.C.L 2'	17,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.C.L 2'	17,09	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	4,35
M.C.L 2'	17,09	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	8,70
M.C.L 2'	17,09	30,00	0,01	0,00	0,00	153,75	13,04
M.C.L 2'	17,09	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	17,39
M.C.L 2'	17,09	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	21,74
M.C.L 2'	17,09	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	26,09
M.C.L 2'	17,09	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	30,43
M.C.L 2'	17,09	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	34,78
M.C.L 2'	17,09	90,00	0,02	0,00	0,00	461,25	39,13
M.C.L 2'	17,09	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	43,48
M.C.L 2'	17,09	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	47,82
M.C.L 2'	17,09	120,00	0,02	0,00	0,00	615,00	52,17
M.C.L 2'	17,09	130,00	0,02	0,00	0,00	666,25	56,52
M.C.L 2'	17,09	140,00	0,02	0,00	0,00	717,50	60,87
M.C.L 2'	17,09	150,00	0,03	0,00	0,00	768,75	65,21
M.C.L 2'	17,09	160,00	0,03	0,00	0,00	820,00	69,56
M.C.L 2'	17,09	170,00	0,03	0,00	0,00	871,25	73,91
M.C.L 2'	17,09	180,00	0,03	0,00	0,00	922,50	78,26
M.C.L 2'	17,09	190,00	0,03	0,00	0,00	973,75	82,61
M.C.L 2'	17,09	200,00	0,03	0,00	0,00	1025,00	86,95
M.C.L 2'	17,09	210,00	0,04	0,00	0,00	1076,25	91,30
M.C.L 2'	17,09	220,00	0,04	0,00	0,00	1127,50	95,65
M.C.L 2'	17,09	230,00	0,04	0,00	0,00	1178,75	100,00
M.C.L 2'	17,09	240,00	0,04	0,00	0,00	1230,00	104,34
M.C.L 2'	17,09	250,00	0,04	0,00	0,00	1281,25	108,69
M.C.L 2'	17,09	260,00	0,04	0,00	0,00	1332,50	113,04
M.C.L 2'	17,09	270,00	0,05	0,00	0,00	1383,75	117,39
M.C.L 2'	17,09	280,00	0,05	0,00	0,00	1435,00	121,73
M.C.L 2'	17,09	290,00	0,05	0,00	0,00	1486,25	126,08
M.C.L 2'	17,09	300,00	0,05	0,00	0,00	1537,50	130,43
M.C.L 2'	17,09	310,00	0,05	0,00	0,00	1588,75	134,78
M.C.L 2'	17,09	320,00	0,05	0,00	0,00	1640,00	139,12
M.C.L 2'	17,09	324,00	0,06	0,00	0,00	1660,50	140,86

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 14 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teorica con probeta de mascarey con laca (M.C.L.2').



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 28 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de mascarey con laca (M.C.L2').

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	ET-EP/EP*100
% ERROR FLEXION	0

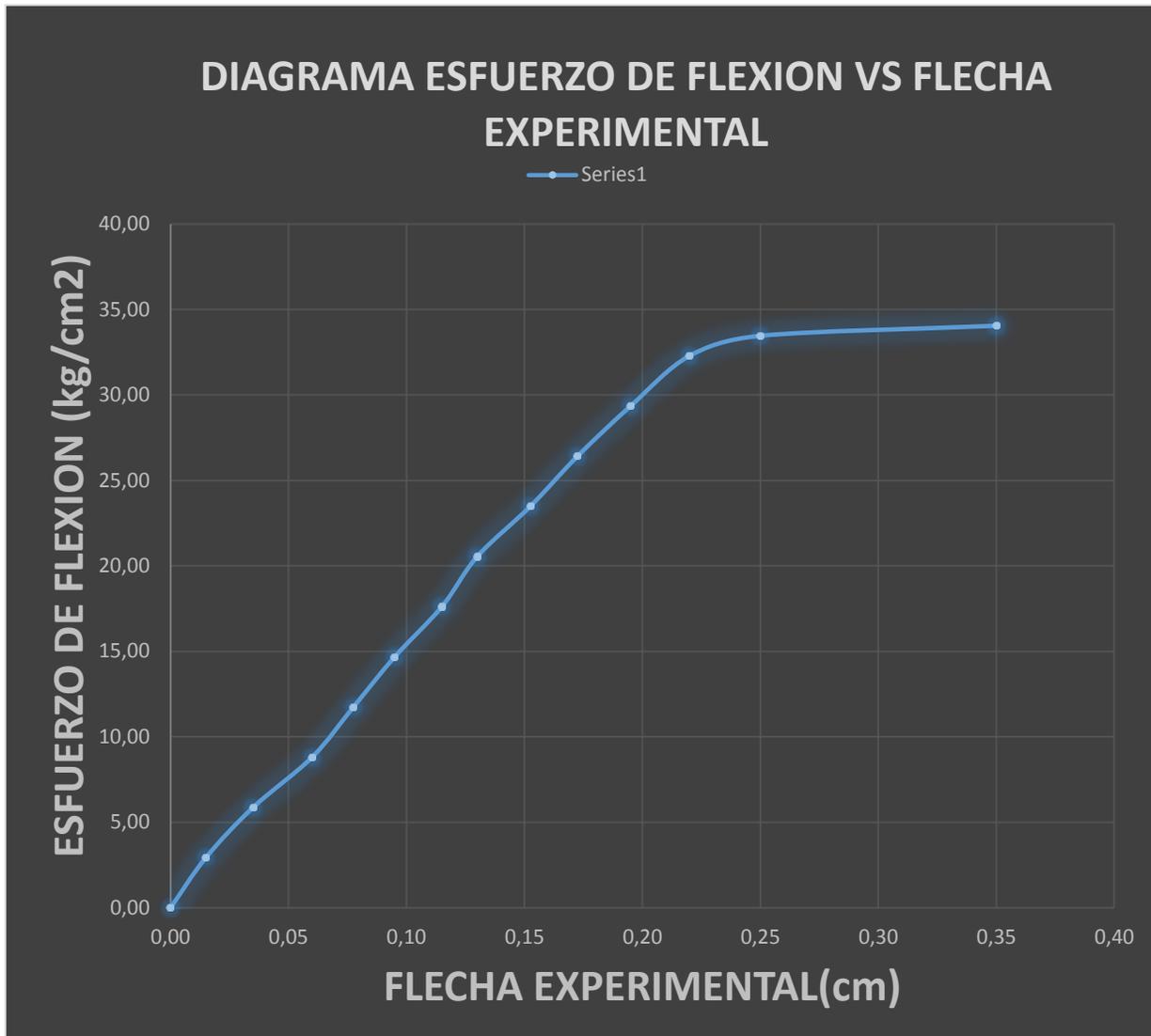
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 29 Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3) y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
S.S.L 3	28,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.S.L 3	28,12	10,00	3,00	0,15	0,02	51,25	2,93
S.S.L 3	28,12	20,00	7,00	0,35	0,04	102,50	5,87
S.S.L 3	28,12	30,00	12,00	0,60	0,06	153,75	8,80
S.S.L 3	28,12	40,00	15,50	0,78	0,08	205,00	11,74
S.S.L 3	28,12	50,00	19,00	0,95	0,10	256,25	14,67
S.S.L 3	28,12	60,00	23,00	1,15	0,12	307,50	17,61
S.S.L 3	28,12	70,00	26,00	1,30	0,13	358,75	20,54
S.S.L 3	28,12	80,00	30,50	1,53	0,15	410,00	23,48
S.S.L 3	28,12	90,00	34,50	1,73	0,17	461,25	26,41
S.S.L 3	28,12	100,00	39,00	1,95	0,20	512,50	29,34
S.S.L 3	28,12	110,00	44,00	2,20	0,22	563,75	32,28
S.S.L 3	28,12	114,00	50,00	2,50	0,25	584,25	33,45
S.S.L 3	28,12	116,00	70,00	3,50	0,35	594,50	34,04

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 15 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique sin laca (S.S.L.3).



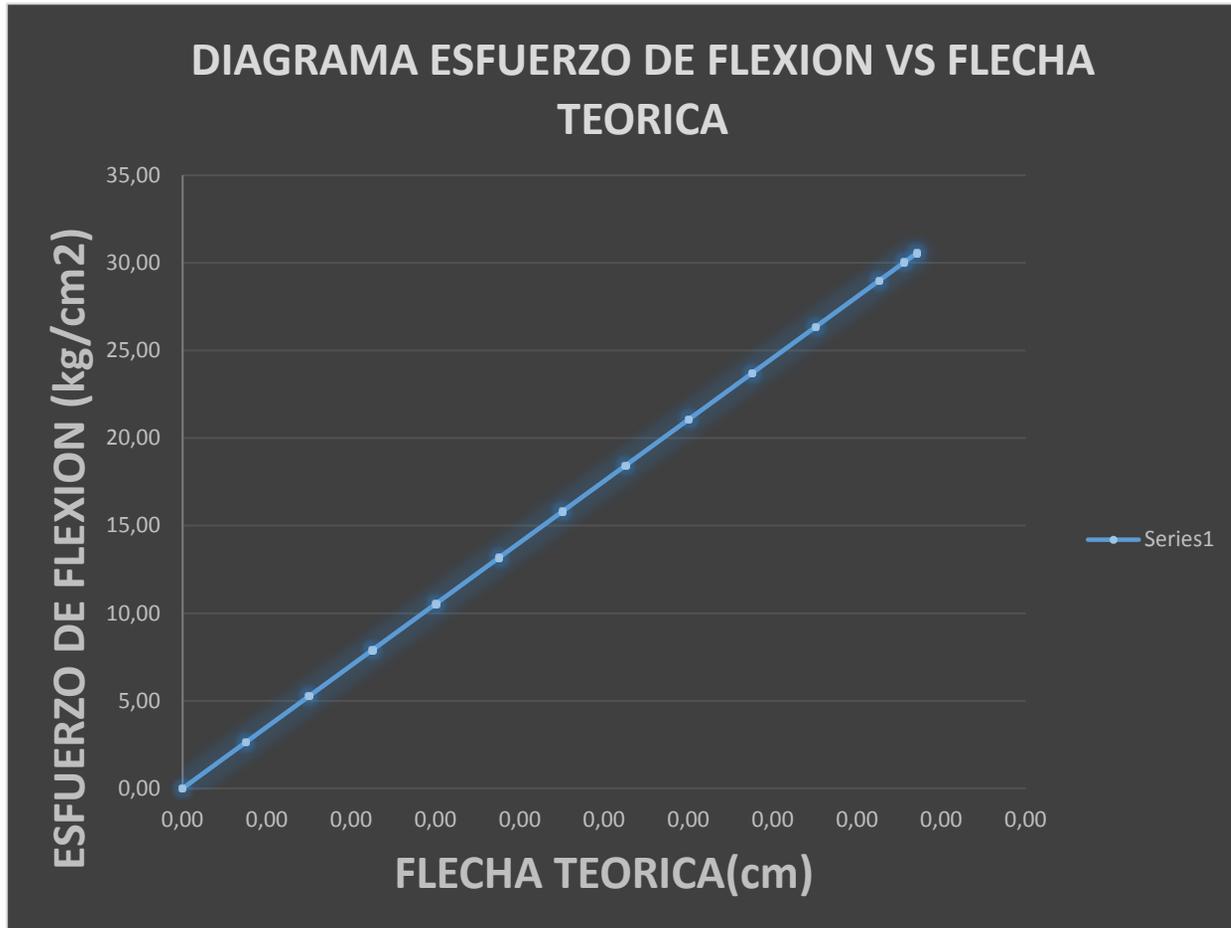
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 30 Prueba de flexión estática teorica con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3) y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
S.S.L 3	28,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.S.L 3	28,12	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	2,63
S.S.L 3	28,12	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	5,27
S.S.L 3	28,12	30,00	0,00	0,00	0,00	153,75	7,90
S.S.L 3	28,12	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	10,53
S.S.L 3	28,12	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	13,17
S.S.L 3	28,12	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	15,80
S.S.L 3	28,12	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	18,44
S.S.L 3	28,12	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	21,07
S.S.L 3	28,12	90,00	0,01	0,00	0,00	461,25	23,70
S.S.L 3	28,12	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	26,34
S.S.L 3	28,12	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	28,97
S.S.L 3	28,12	114,00	0,02	0,00	0,00	584,25	30,02
S.S.L 3	28,12	116,00	0,02	0,00	0,00	594,50	30,55

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 16 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de seique sin laca (S.S.L3)



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 31 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique sin laca (S.S.L3)

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	$ET-EP/EP*100$
% ERROR FLEXION	0

Elaborado por: Diego Haro.

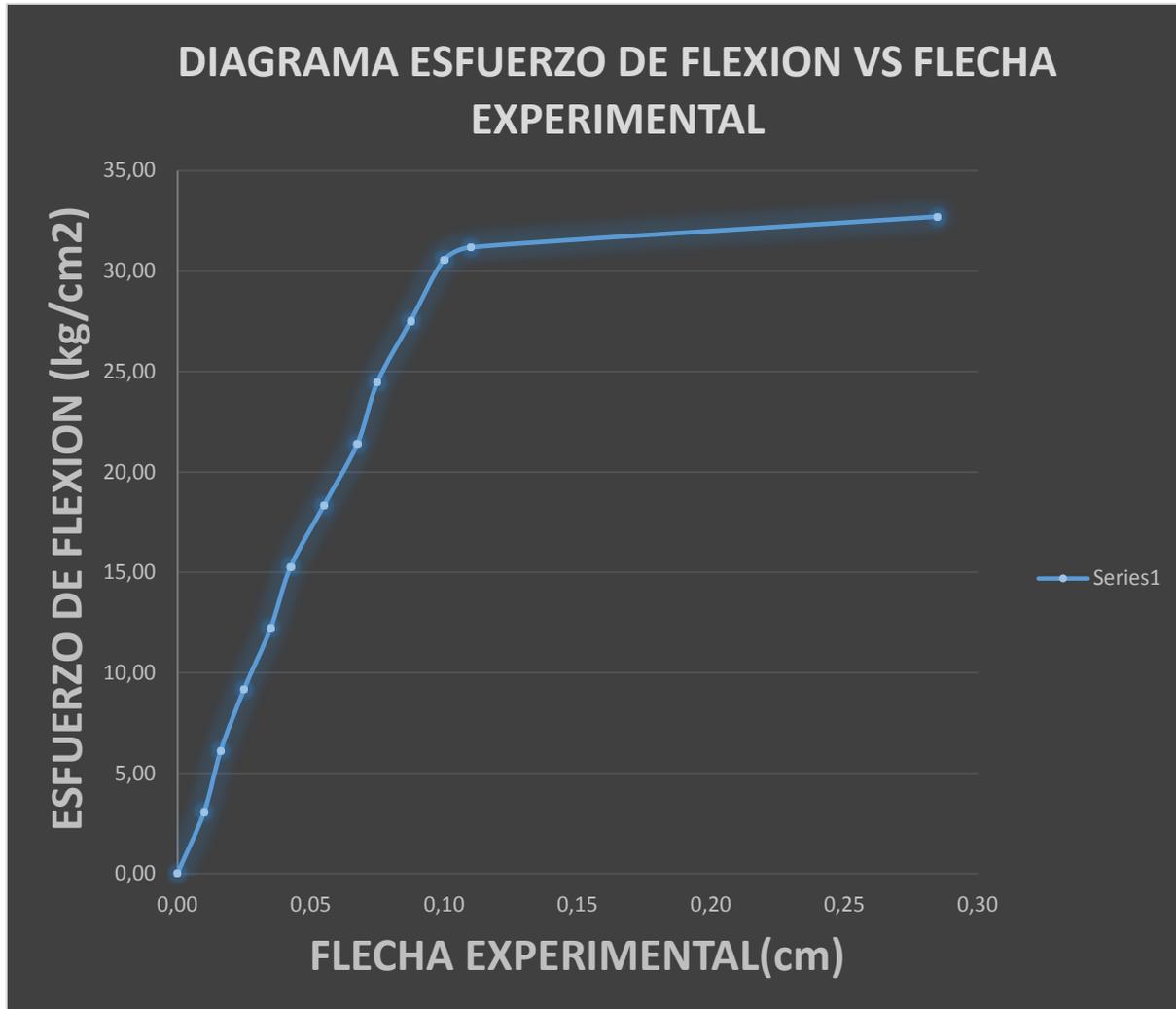
En el seique sin laca 3 (S.S.L3) y base MDP el esfuerzo de rotura experimental es de 34,04 kg/cm² y el límite de fluencia es de 126,41 kg/cm²

Cuadro 32 Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3´) y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
S.S.L 3´	26,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.S.L 3´	26,83	10,00	2,00	0,10	0,01	51,25	3,06
S.S.L 3´	26,83	20,00	3,25	0,16	0,02	102,50	6,11
S.S.L 3´	26,83	30,00	5,00	0,25	0,03	153,75	9,17
S.S.L 3´	26,83	40,00	7,00	0,35	0,04	205,00	12,23
S.S.L 3´	26,83	50,00	8,50	0,43	0,04	256,25	15,28
S.S.L 3´	26,83	60,00	11,00	0,55	0,06	307,50	18,34
S.S.L 3´	26,83	70,00	13,50	0,68	0,07	358,75	21,40
S.S.L 3´	26,83	80,00	15,00	0,75	0,08	410,00	24,45
S.S.L 3´	26,83	90,00	17,50	0,88	0,09	461,25	27,51
S.S.L 3´	26,83	100,00	20,00	1,00	0,10	512,50	30,57
S.S.L 3´	26,83	102,00	22,00	1,10	0,11	522,75	31,18
S.S.L 3´	26,83	107,00	57,00	2,85	0,29	548,38	32,71

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 17 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique sin laca (S.S.L.3').



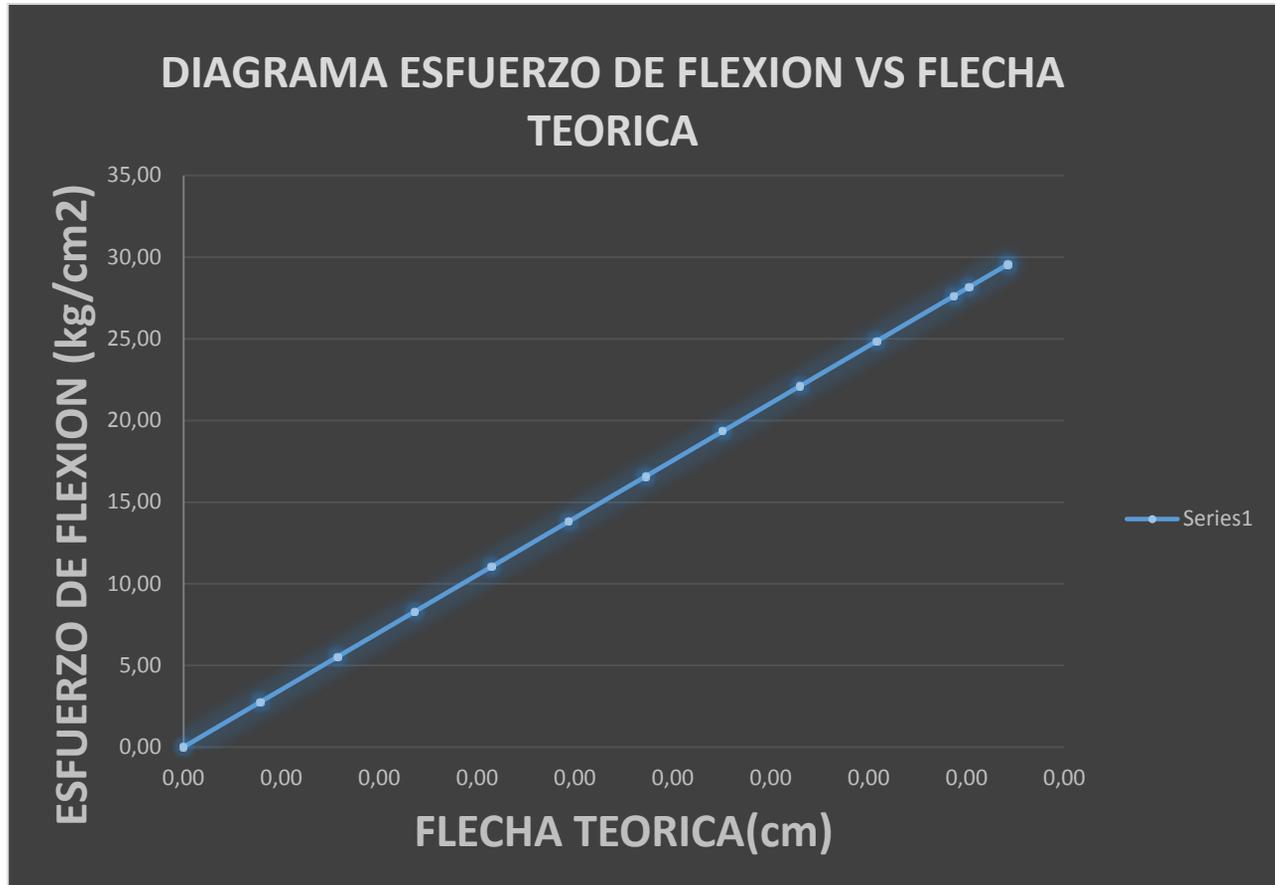
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 33 Prueba de flexión estática teorica con probetas de seique sin laca (S.S.L. 3´) y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
S.S.L 3´	26,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.S.L 3´	26,83	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	2,76
S.S.L 3´	26,83	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	5,52
S.S.L 3´	26,83	30,00	0,00	0,00	0,00	153,75	8,28
S.S.L 3´	26,83	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	11,04
S.S.L 3´	26,83	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	13,80
S.S.L 3´	26,83	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	16,56
S.S.L 3´	26,83	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	19,32
S.S.L 3´	26,83	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	22,08
S.S.L 3´	26,83	90,00	0,01	0,00	0,00	461,25	24,85
S.S.L 3´	26,83	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	27,61
S.S.L 3´	26,83	102,00	0,02	0,00	0,00	522,75	28,16
S.S.L 3´	26,83	107,00	0,02	0,00	0,00	548,38	29,54

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 18 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de seique sin laca (S.S.L3').



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 34 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique sin laca (S.S.L3').

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	$ET-EP/EP*100$
% ERROR FLEXION	-9,6875

Elaborado por: Diego Haro.

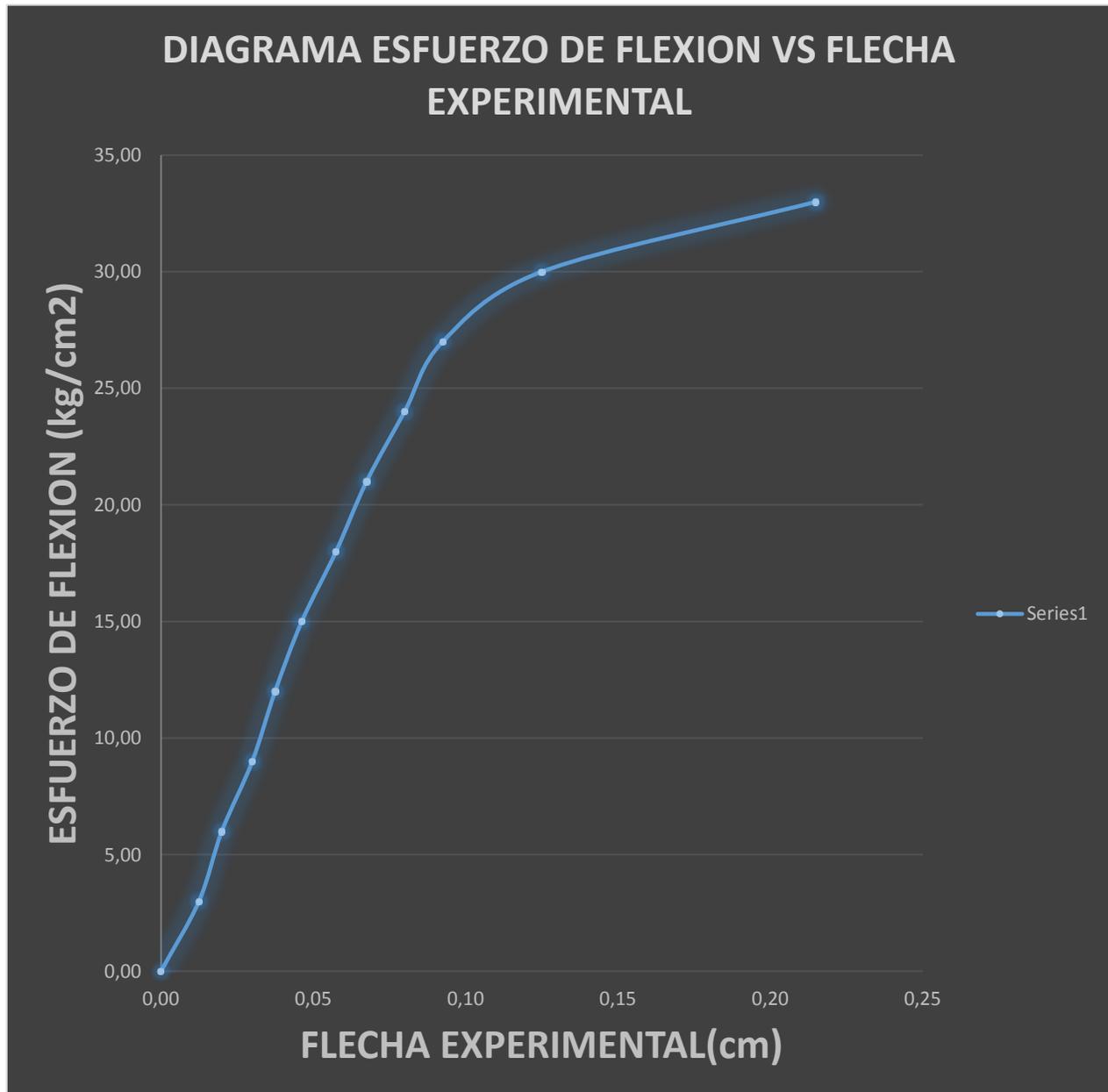
En el seique sin laca 3' (S.S.L3') y base MDP el esfuerzo de rotura experimental es de 32,71 kg/cm² y el límite de fluencia es de 30,57 kg/cm².

Cuadro 35 Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique con laca (S.S.L. 4) y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
S.C.L 4	27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.C.L 4	27,50	10,00	2,50	0,13	0,01	51,25	3,00
S.C.L 4	27,50	20,00	4,00	0,20	0,02	102,50	6,00
S.C.L 4	27,50	30,00	6,00	0,30	0,03	153,75	9,00
S.C.L 4	27,50	40,00	7,50	0,38	0,04	205,00	12,00
S.C.L 4	27,50	50,00	9,25	0,46	0,05	256,25	15,00
S.C.L 4	27,50	60,00	11,50	0,58	0,06	307,50	18,00
S.C.L 4	27,50	70,00	13,50	0,68	0,07	358,75	21,00
S.C.L 4	27,50	80,00	16,00	0,80	0,08	410,00	24,00
S.C.L 4	27,50	90,00	18,50	0,93	0,09	461,25	27,00
S.C.L 4	27,50	100,00	25,00	1,25	0,13	512,50	30,00
S.C.L 4	27,50	110,00	43,00	2,15	0,22	563,75	33,00

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 19 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique con laca (S.C.L.4).



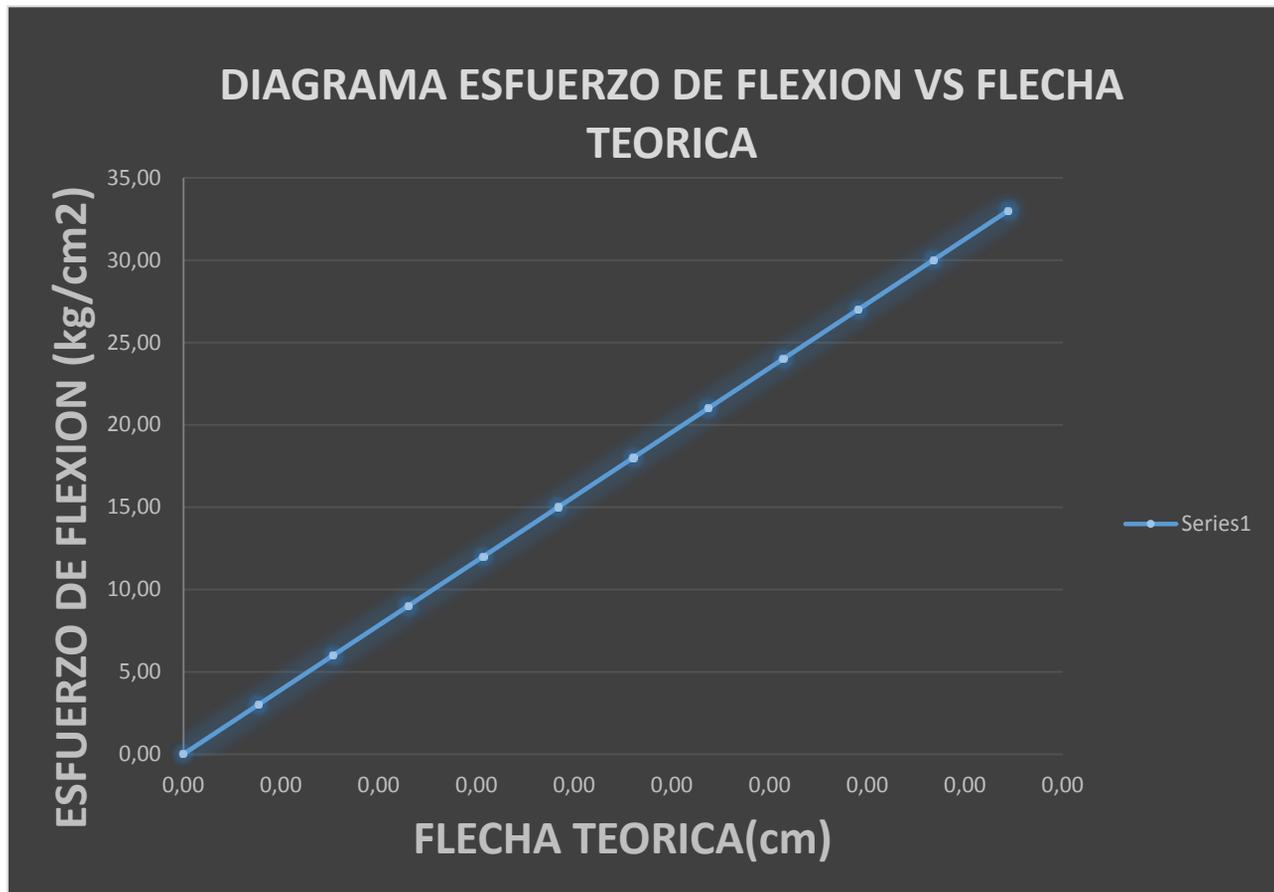
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 36 Prueba de flexión estática teorica con probetas de seike con laca (S.S.L. 4) y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORMACION	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (cm)	MOMEN. FLECTOR (kg*cm)	ESFUERZO (kg/cm ²)
S.C.L 4	27,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.C.L 4	27,50	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	3,00
S.C.L 4	27,50	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	6,00
S.C.L 4	27,50	30,00	0,00	0,00	0,00	153,75	9,00
S.C.L 4	27,50	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	12,00
S.C.L 4	27,50	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	15,00
S.C.L 4	27,50	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	18,00
S.C.L 4	27,50	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	21,00
S.C.L 4	27,50	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	24,00
S.C.L 4	27,50	90,00	0,01	0,00	0,00	461,25	27,00
S.C.L 4	27,50	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	30,00
S.C.L 4	27,50	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	33,00

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 20 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teórica con probeta de seique con laca (S.C.L.4)



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 37 Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique con laca (S.S.L 4)

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	$ET-EP/EP*100$
% ERROR FLEXION	0

Elaborado por: Diego Haro.

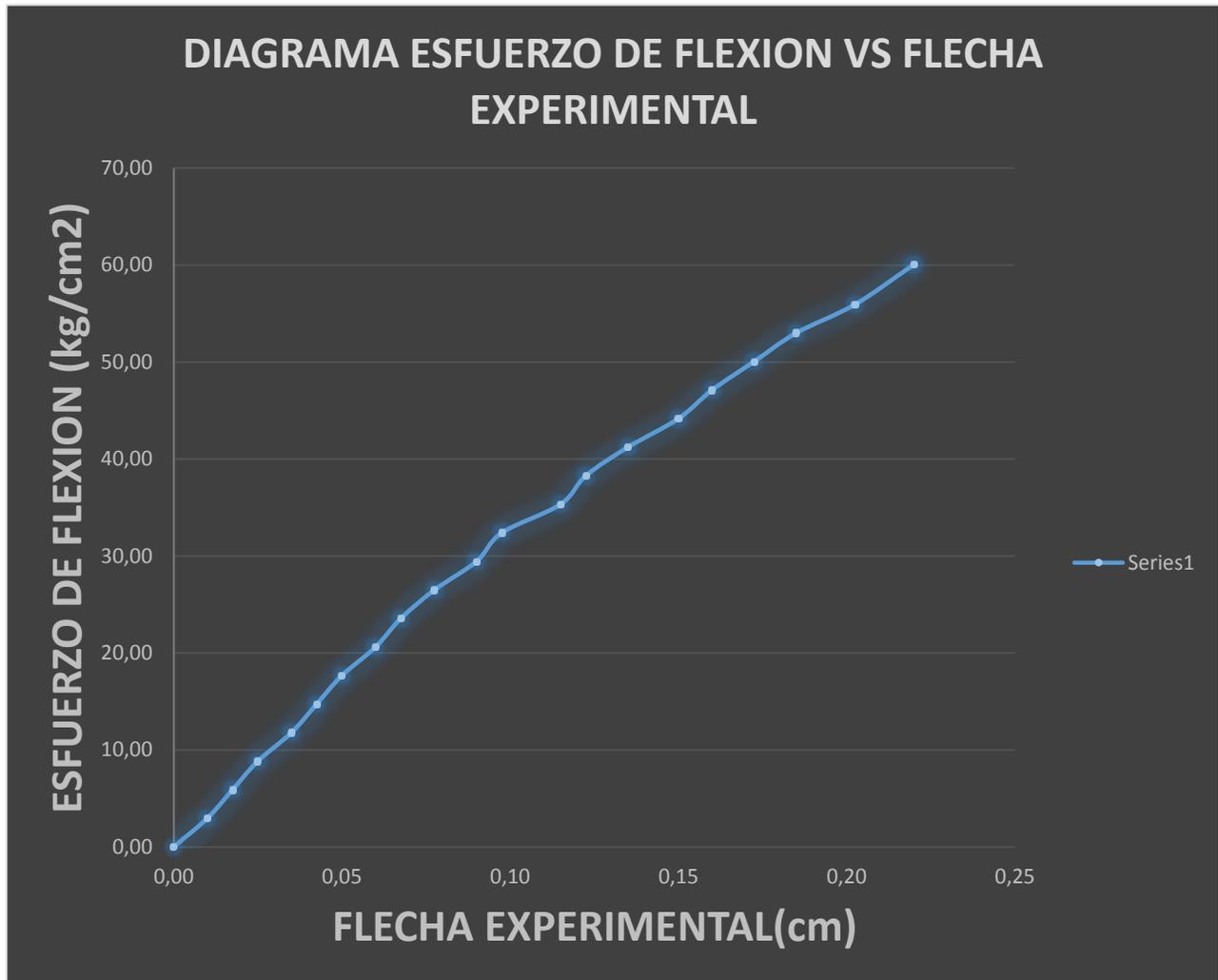
En el seique con laca 4 (S.C.L4) y base MDP el esfuerzo de rotura experimental es de 33,00 kg/cm² y el límite de fluencia es de 27,00 kg/cm²

Cuadro 38 Prueba de flexión estática experimental con probetas de seique con laca (S.S.L. 4') y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
S.C.L 4'	28,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.C.L 4'	28,12	10,00	2,00	0,10	0,01	51,25	2,94
S.C.L 4'	28,12	20,00	3,50	0,18	0,02	102,50	5,89
S.C.L 4'	28,12	30,00	5,00	0,25	0,03	153,75	8,83
S.C.L 4'	28,12	40,00	7,00	0,35	0,04	205,00	11,77
S.C.L 4'	28,12	50,00	8,50	0,43	0,04	256,25	14,72
S.C.L 4'	28,12	60,00	10,00	0,50	0,05	307,50	17,66
S.C.L 4'	28,12	70,00	12,00	0,60	0,06	358,75	20,61
S.C.L 4'	28,12	80,00	13,50	0,68	0,07	410,00	23,55
S.C.L 4'	28,12	90,00	15,50	0,78	0,08	461,25	26,49
S.C.L 4'	28,12	100,00	18,00	0,90	0,09	512,50	29,44
S.C.L 4'	28,12	110,00	19,50	0,98	0,10	563,75	32,38
S.C.L 4'	28,12	120,00	23,00	1,15	0,12	615,00	35,32
S.C.L 4'	28,12	130,00	24,50	1,23	0,12	666,25	38,27
S.C.L 4'	28,12	140,00	27,00	1,35	0,14	717,50	41,21
S.C.L 4'	28,12	150,00	30,00	1,50	0,15	768,75	44,15
S.C.L 4'	28,12	160,00	32,00	1,60	0,16	820,00	47,10
S.C.L 4'	28,12	170,00	34,50	1,73	0,17	871,25	50,04
S.C.L 4'	28,12	180,00	37,00	1,85	0,19	922,50	52,98
S.C.L 4'	28,12	190,00	40,50	2,03	0,20	973,75	55,93
S.C.L 4'	28,12	204,00	44,00	2,20	0,22	1045,50	60,05

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 21 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha experimental con probeta de seique con laca (S.C.L.4).



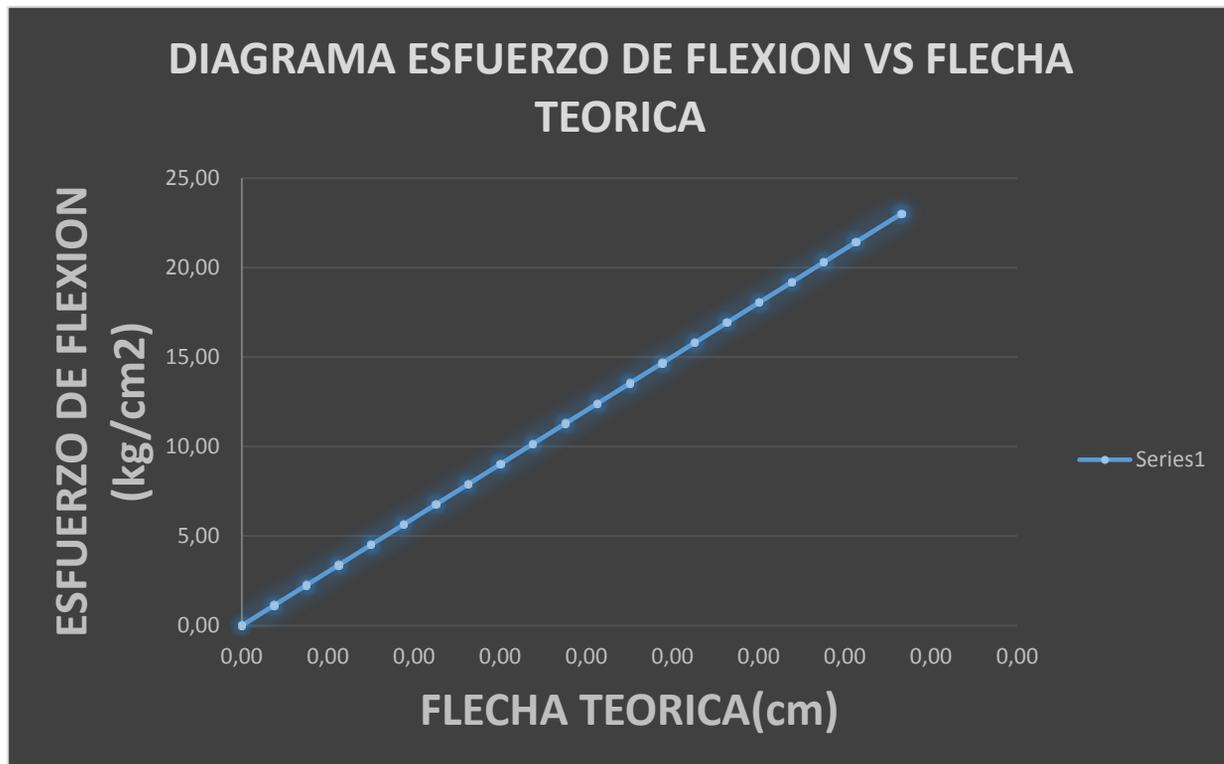
Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 39 Prueba de flexión estática teorica con probetas de seique con laca (S.S.L. 4') y base de MDP.

ESTADO	INERCIA (cm ⁴)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEFORM. (cm)	MOMEN. FLECT (kg*cm)	ESF. (kg/cm ²)
S.C.L 4'	28,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S.C.L 4'	28,12	10,00	0,00	0,00	0,00	51,25	1,13
S.C.L 4'	28,12	20,00	0,00	0,00	0,00	102,50	2,26
S.C.L 4'	28,12	30,00	0,00	0,00	0,00	153,75	3,39
S.C.L 4'	28,12	40,00	0,01	0,00	0,00	205,00	4,51
S.C.L 4'	28,12	50,00	0,01	0,00	0,00	256,25	5,64
S.C.L 4'	28,12	60,00	0,01	0,00	0,00	307,50	6,77
S.C.L 4'	28,12	70,00	0,01	0,00	0,00	358,75	7,90
S.C.L 4'	28,12	80,00	0,01	0,00	0,00	410,00	9,03
S.C.L 4'	28,12	90,00	0,01	0,00	0,00	461,25	10,16
S.C.L 4'	28,12	100,00	0,02	0,00	0,00	512,50	11,29
S.C.L 4'	28,12	110,00	0,02	0,00	0,00	563,75	12,41
S.C.L 4'	28,12	120,00	0,02	0,00	0,00	615,00	13,54
S.C.L 4'	28,12	130,00	0,02	0,00	0,00	666,25	14,67
S.C.L 4'	28,12	140,00	0,02	0,00	0,00	717,50	15,80
S.C.L 4'	28,12	150,00	0,02	0,00	0,00	768,75	16,93
S.C.L 4'	28,12	160,00	0,02	0,00	0,00	820,00	18,06
S.C.L 4'	28,12	170,00	0,03	0,00	0,00	871,25	19,19
S.C.L 4'	28,12	180,00	0,03	0,00	0,00	922,50	20,31
S.C.L 4'	28,12	190,00	0,03	0,00	0,00	973,75	21,44
S.C.L 4'	28,12	204,00	0,03	0,00	0,00	1045,50	23,02

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 22 Diagrama esfuerzo de flexión vs flecha teorica con probeta de seique con laca (S.C.L.4').



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 40 porcentajes de error Porcentaje de error de flexión estática con probetas de seique con laca (S.S.L 4).

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
% ERROR FLEXION	$ET-EP/EP*100$
% ERROR FLEXION	-61,66

Elaborado por: Diego Haro.

En el seique con laca 4' (S.C.L4') y base MDP el esfuerzo de rotura experimental es de 60,05 kg/cm² y el límite de fluencia es de 35,32 kg/cm².

c. Ensayo de Compresión.

Cuadro 41 Valores promedios experimentales del ensayo de compresión

ESTADO	AREA (cm ²)	CARGA (kg)	DEFORMACION	DEFORM. (mm)	DEF. UNITARIA	ESFUERZO(kg/cm ²)
ENVERDE PEGA	26,06	4350	204,00	10,20	0,22	166,93
SECO AL HORNO	9,00	2020	140,00	0,70	0,03	224,44
EN VERDE	8,00	2200	154,00	0,77	0,03	275,06
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5680,00	194,00	9,70	0,21	231,84

Elaborado por: Diego Haro.

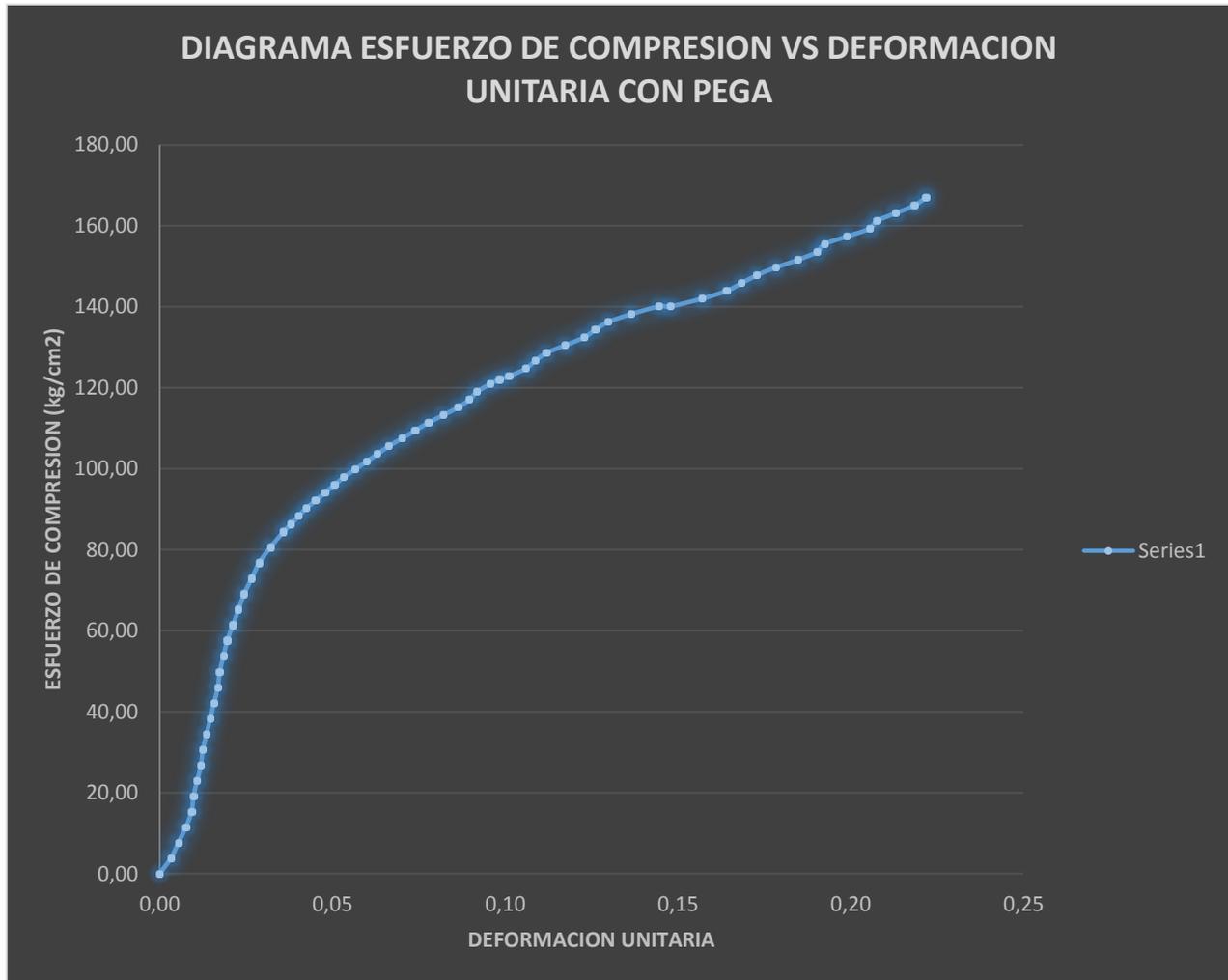
Cuadro 42 Prueba de compresión con probetas ensambladas de mascarey a la fecha y pega EPI.

ESTADO	AREA(cm ²)	CARGA (kg)	DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEF. UNIT	ESF.(kg/cm ²)
EN VERDE	26,06	0	0,00	0,00	0,00	0,00
EN VERDE	26,06	100	3,00	0,15	0,00	3,84
EN VERDE	26,06	200	5,00	0,25	0,01	7,67
EN VERDE	26,06	300	7,00	0,35	0,01	11,51
EN VERDE	26,06	400	8,50	0,43	0,01	15,35
EN VERDE	26,06	500	9,00	0,45	0,01	19,19
EN VERDE	26,06	600	10,00	0,50	0,01	23,02
EN VERDE	26,06	700	11,00	0,55	0,01	26,86
EN VERDE	26,06	800	11,50	0,58	0,01	30,70
EN VERDE	26,06	900	12,50	0,63	0,01	34,54
EN VERDE	26,06	1000	13,50	0,68	0,01	38,37
EN VERDE	26,06	1100	14,50	0,73	0,02	42,21
EN VERDE	26,06	1200	15,50	0,78	0,02	46,05
EN VERDE	26,06	1300	16,00	0,80	0,02	49,89
EN VERDE	26,06	1400	17,00	0,85	0,02	53,72
EN VERDE	26,06	1500	18,00	0,90	0,02	57,56
EN VERDE	26,06	1600	19,50	0,98	0,02	61,40
EN VERDE	26,06	1700	21,00	1,05	0,02	65,24
EN VERDE	26,06	1800	22,50	1,13	0,02	69,07
EN VERDE	26,06	1900	24,50	1,23	0,03	72,91
EN VERDE	26,06	2000	26,50	1,33	0,03	76,75
EN VERDE	26,06	2100	29,50	1,48	0,03	80,59
EN VERDE	26,06	2200	33,00	1,65	0,04	84,42
EN VERDE	26,06	2250	35,00	1,75	0,04	86,34
EN VERDE	26,06	2300	37,00	1,85	0,04	88,26
EN VERDE	26,06	2350	39,00	1,95	0,04	90,18
EN VERDE	26,06	2400	41,50	2,08	0,05	92,10

EN VERDE	26,06	2450	44,00	2,20	0,05	94,02
EN VERDE	26,06	2500	46,50	2,33	0,05	95,94
EN VERDE	26,06	2550	49,00	2,45	0,05	97,85
EN VERDE	26,06	2600	52,00	2,60	0,06	99,77
EN VERDE	26,06	2650	55,00	2,75	0,06	101,69
EN VERDE	26,06	2700	58,00	2,90	0,06	103,61
EN VERDE	26,06	2750	61,00	3,05	0,07	105,53
EN VERDE	26,06	2800	64,50	3,23	0,07	107,45
EN VERDE	26,06	2850	68,00	3,40	0,07	109,37
EN VERDE	26,06	2900	71,50	3,58	0,08	111,29
EN VERDE	26,06	2950	75,50	3,78	0,08	113,20
EN VERDE	26,06	3000	79,50	3,98	0,09	115,12
EN VERDE	26,06	3050	82,50	4,13	0,09	117,04
EN VERDE	26,06	3100	84,50	4,23	0,09	118,96
EN VERDE	26,06	3150	88,00	4,40	0,10	120,88
EN VERDE	26,06	3180	90,50	4,53	0,10	122,03
EN VERDE	26,06	3200	93,00	4,65	0,10	122,80
EN VERDE	26,06	3250	97,50	4,88	0,11	124,72
EN VERDE	26,06	3300	100,00	5,00	0,11	126,64
EN VERDE	26,06	3350	103,00	5,15	0,11	128,55
EN VERDE	26,06	3400	108,00	5,40	0,12	130,47
EN VERDE	26,06	3450	113,00	5,65	0,12	132,39
EN VERDE	26,06	3500	116,00	5,80	0,13	134,31
EN VERDE	26,06	3550	119,50	5,98	0,13	136,23
EN VERDE	26,06	3600	125,50	6,28	0,14	138,15
EN VERDE	26,06	3650	133,00	6,65	0,14	140,07
EN VERDE	26,06	3650	136,00	6,80	0,15	140,07
EN VERDE	26,06	3700	144,50	7,23	0,16	141,99
EN VERDE	26,06	3750	151,00	7,55	0,16	143,90
EN VERDE	26,06	3800	155,00	7,75	0,17	145,82
EN VERDE	26,06	3850	159,00	7,95	0,17	147,74
EN VERDE	26,06	3900	164,00	8,20	0,18	149,66
EN VERDE	26,06	3950	170,00	8,50	0,18	151,58
EN VERDE	26,06	4000	175,00	8,75	0,19	153,50
EN VERDE	26,06	4050	177,00	8,85	0,19	155,42
EN VERDE	26,06	4100	183,00	9,15	0,20	157,34
EN VERDE	26,06	4150	189,00	9,45	0,21	159,25
EN VERDE	26,06	4200	191,00	9,55	0,21	161,17
EN VERDE	26,06	4250	196,00	9,80	0,21	163,09
EN VERDE	26,06	4300	201,00	10,05	0,22	165,01
EN VERDE	26,06	4350	204,00	10,20	0,22	166,93

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 23 Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascarey en con pega EPI.



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 43 Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras en verde con pega EPI.

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
ESF. COMPRESION EXP.(kg/cm ²)	166,93
ESF. COMPRESION TEO.(kg/cm ²)	101
% error de la medida de esfuerzos	39,50
CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD	
ESFUERZOS (kg/cm ²)	DEF. UNITARIA
76,75	0,03
34,54	0,01
MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm ²)	2773,92
ESFUERZO DE COMPRESION MAXIMO PARALELO A LAS FIBRAS	
CARGA (kg)	AREA (cm ²)
4350	26,059
ESF. MAXIMO (kg/cm ²)	166,93

Elaborado por: Diego Haro.

El esfuerzo máximo a la compresión de la probeta de mascarey en verde con pega EPI es de 166,93 kg/cm² y el límite de fluencia es de 69,07 kg/cm²

Cuadro 44 Prueba de compresión con probetas de mascarey seco al horno

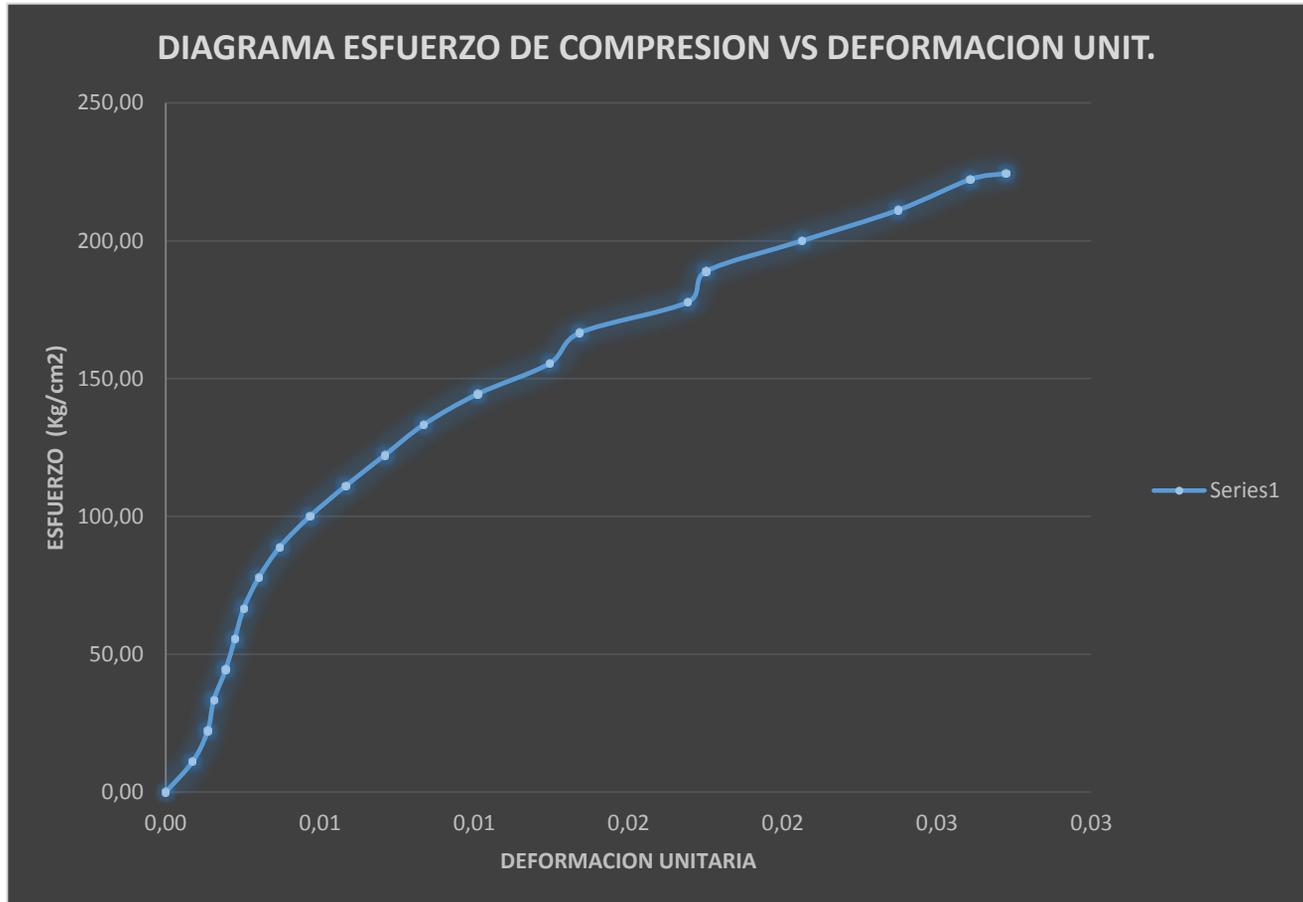
ESTADO	AREA(cm2)	CARGA (kg)	DEFORM. DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEF. UNIT	ESF.(kg/cm2)
SECO AL HORNO PEGA	24,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SECO AL HORNO PEGA	24,50	100,00	2,00	0,10	0,00	4,08
SECO AL HORNO PEGA	24,50	200,00	3,50	0,18	0,00	8,16
SECO AL HORNO PEGA	24,50	300,00	5,00	0,25	0,01	12,24
SECO AL HORNO PEGA	24,50	400,00	6,50	0,33	0,01	16,33
SECO AL HORNO PEGA	24,50	500,00	7,50	0,38	0,01	20,41
SECO AL HORNO PEGA	24,50	600,00	8,00	0,40	0,01	24,49
SECO AL HORNO PEGA	24,50	700,00	9,00	0,45	0,01	28,57
SECO AL HORNO PEGA	24,50	800,00	10,00	0,50	0,01	32,65
SECO AL HORNO PEGA	24,50	900,00	10,50	0,53	0,01	36,73
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1000,00	11,50	0,58	0,01	40,82
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1100,00	12,00	0,60	0,01	44,90
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1200,00	12,50	0,63	0,01	48,98
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1300,00	13,00	0,65	0,01	53,06
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1400,00	13,50	0,68	0,01	57,14
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1500,00	14,00	0,70	0,02	61,22
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1600,00	15,00	0,75	0,02	65,31
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1700,00	15,50	0,78	0,02	69,39
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1800,00	16,50	0,83	0,02	73,47
SECO AL HORNO PEGA	24,50	1900,00	17,50	0,88	0,02	77,55

SECO AL HORNO PEGA	24,50	2000,00	18,00	0,90	0,02	81,63
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2100,00	18,50	0,93	0,02	85,71
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2200,00	19,50	0,98	0,02	89,80
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2300,00	20,50	1,03	0,02	93,88
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2400,00	21,50	1,08	0,02	97,96
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2500,00	23,00	1,15	0,03	102,04
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2600,00	27,00	1,35	0,03	106,12
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2700,00	30,00	1,50	0,03	110,20
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2800,00	33,00	1,65	0,04	114,29
SECO AL HORNO PEGA	24,50	2900,00	36,00	1,80	0,04	118,37
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3000,00	37,00	1,85	0,04	122,45
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3100,00	41,00	2,05	0,04	126,53
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3200,00	43,00	2,15	0,05	130,61
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3300,00	46,50	2,33	0,05	134,69
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3400,00	51,50	2,58	0,06	138,78
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3500,00	56,00	2,80	0,06	142,86
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3600,00	61,50	3,08	0,07	146,94
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3700,00	67,00	3,35	0,07	151,02
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3800,00	71,00	3,55	0,08	155,10
SECO AL HORNO PEGA	24,50	3900,00	74,00	3,70	0,08	159,18
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4000,00	78,00	3,90	0,08	163,27
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4100,00	84,00	4,20	0,09	167,35
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4200,00	88,00	4,40	0,10	171,43

SECO AL HORNO PEGA	24,50	4300,00	95,00	4,75	0,10	175,51
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4400,00	105,00	5,25	0,11	179,59
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4500,00	111,00	5,55	0,12	183,67
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4600,00	114,00	5,70	0,12	187,76
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4700,00	117,00	5,85	0,13	191,84
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4800,00	125,00	6,25	0,14	195,92
SECO AL HORNO PEGA	24,50	4900,00	131,00	6,55	0,14	200,00
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5000,00	139,00	6,95	0,15	204,08
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5100,00	146,00	7,30	0,16	208,16
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5200,00	154,00	7,70	0,17	212,24
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5300,00	163,00	8,15	0,18	216,33
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5400,00	173,00	8,65	0,19	220,41
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5500,00	181,00	9,05	0,20	224,49
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5600,00	186,00	9,30	0,20	228,57
SECO AL HORNO PEGA	24,50	5680,00	194,00	9,70	0,21	231,84

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 24 Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascarey seca al horno en condiciones normales.



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 45 Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras seco al horno.

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
ESF. COMPRESION EXP.(kg/cm2)	231,84
ESF. COMPRESION TEO.(kg/cm2)	101
% error de la medida de esfuerzos	56,43
CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD	
ESFUERZOS (kg/cm2)	DEF. UNITARIA
73,47	0,02
36,73	0,01
MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm2)	5632,65
ESFUERZO DE COMPRESION MAXIMO PARALELO A LAS FIBRAS	
CARGA (kg)	AREA (cm2)
5680	24,5
ESF. MAXIMO (kg/cm2)	231,84

Elaborado por: Diego Haro.

El esfuerzo máximo a la compresión de la probeta de mascarey seco al horno con pega EPI es de 231,84 kg/cm2 el límite de fluencia es de 155,10 kg/cm2

Cuadro 46 Prueba de compresión con probetas ensambladas de mascarey en verde.

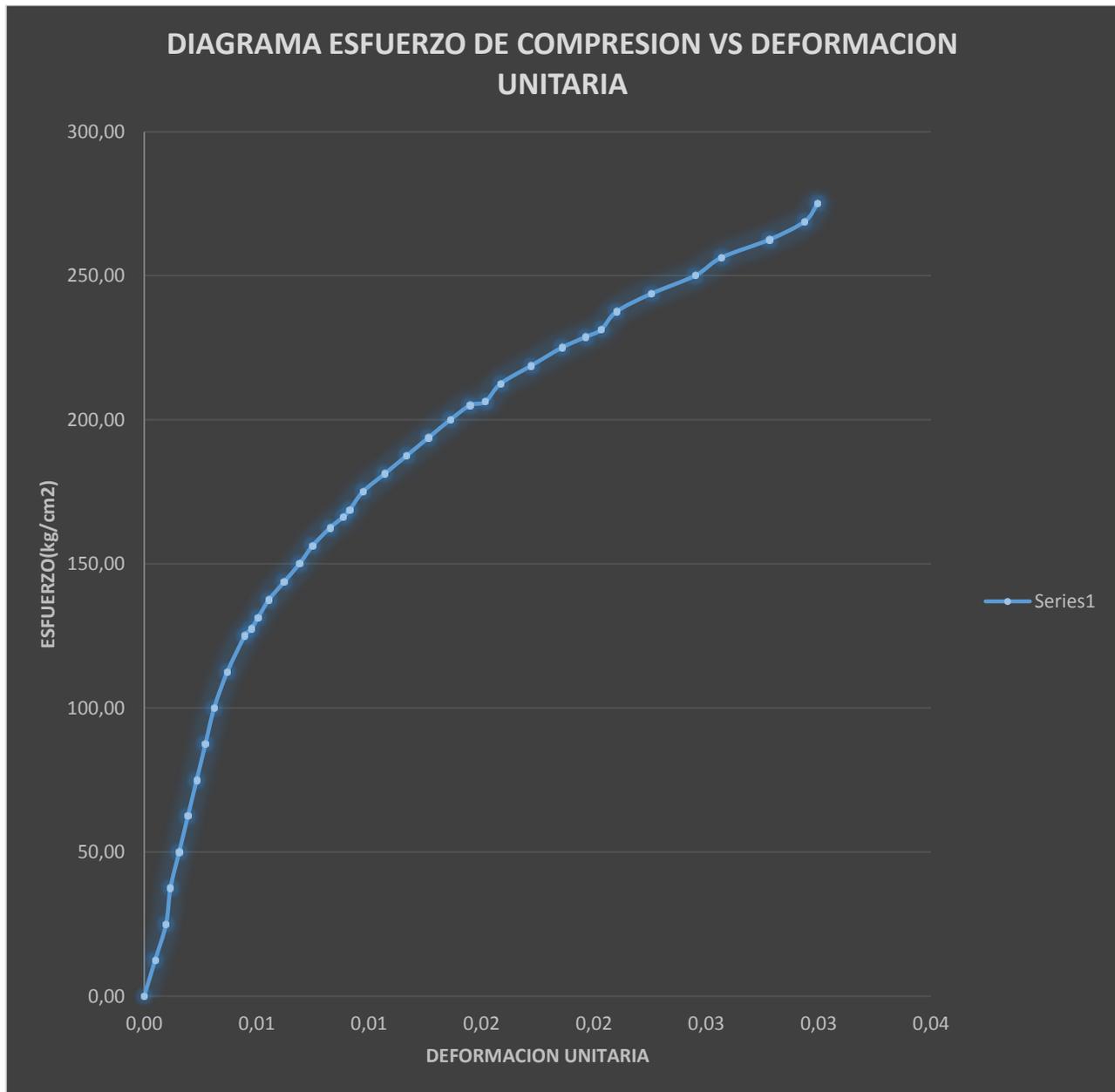
ESTADO	AREA (cm ²)	CARGA (kg)	DEFORMACION	DEFORM. (mm)	DEF. UNITARIA	ESFUERZO(kg/cm ²)
EN VERDE	8,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
EN VERDE	8,00	100	2,50	0,01	0,00	12,50
EN VERDE	8,00	200	5,00	0,03	0,00	25,01
EN VERDE	8,00	300	6,00	0,03	0,00	37,51
EN VERDE	8,00	400	8,00	0,04	0,00	50,01
EN VERDE	8,00	500	10,00	0,05	0,00	62,52
EN VERDE	8,00	600	12,00	0,06	0,00	75,02
EN VERDE	8,00	700	14,00	0,07	0,00	87,52
EN VERDE	8,00	800	16,00	0,08	0,00	100,03
EN VERDE	8,00	900	19,00	0,10	0,00	112,53
EN VERDE	8,00	1000	23,00	0,12	0,00	125,03
EN VERDE	8,00	1020	24,50	0,12	0,00	127,53
EN VERDE	8,00	1050	26,00	0,13	0,01	131,28
EN VERDE	8,00	1100	28,50	0,14	0,01	137,53
EN VERDE	8,00	1150	32,00	0,16	0,01	143,79
EN VERDE	8,00	1200	35,50	0,18	0,01	150,04

EN VERDE	8,00	1250	38,50	0,19	0,01	156,29
EN VERDE	8,00	1300	42,50	0,21	0,01	162,54
EN VERDE	8,00	1330	45,50	0,23	0,01	166,29
EN VERDE	8,00	1350	47,00	0,24	0,01	168,79
EN VERDE	8,00	1400	50,00	0,25	0,01	175,04
EN VERDE	8,00	1450	55,00	0,28	0,01	181,30
EN VERDE	8,00	1500	60,00	0,30	0,01	187,55
EN VERDE	8,00	1550	65,00	0,33	0,01	193,80
EN VERDE	8,00	1600	70,00	0,35	0,01	200,05
EN VERDE	8,00	1640	74,50	0,37	0,01	205,05
EN VERDE	8,00	1650	78,00	0,39	0,02	206,30
EN VERDE	8,00	1700	81,50	0,41	0,02	212,55
EN VERDE	8,00	1750	88,50	0,44	0,02	218,80
EN VERDE	8,00	1800	95,50	0,48	0,02	225,06
EN VERDE	8,00	1830	101,00	0,51	0,02	228,81
EN VERDE	8,00	1850	104,50	0,52	0,02	231,31
EN VERDE	8,00	1900	108,00	0,54	0,02	237,56

EN VERDE	8,00	1950	116,00	0,58	0,02	243,81
EN VERDE	8,00	2000	126,00	0,63	0,02	250,06
EN VERDE	8,00	2050	132,00	0,66	0,03	256,31
EN VERDE	8,00	2100	143,00	0,72	0,03	262,57
EN VERDE	8,00	2150	151,00	0,76	0,03	268,82
EN VERDE	8,00	2200	154,00	0,77	0,03	275,07

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 25 Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascarey a la fecha con pega EPI.



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 47 Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras a la fecha.

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
ESF. COMPRESION EXP.(kg/cm ²)	275,06
ESF. COMPRESION TEO.(kg/cm ²)	101
% error de la medida de esfuerzos	63,28
CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD	
ESFUERZOS (kg/cm ²)	DEF. UNITARIA
75,01	0,00
37,50	0,00
MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm ²)	32133,03
ESFUERZO DE COMPRESION MAXIMO PARALELO A LAS FIBRAS	
CARGA (kg)	AREA (cm ²)
2200	7,99
ESF. MAXIMO (kg/cm ²)	275,07

Elaborado por: Diego Haro.

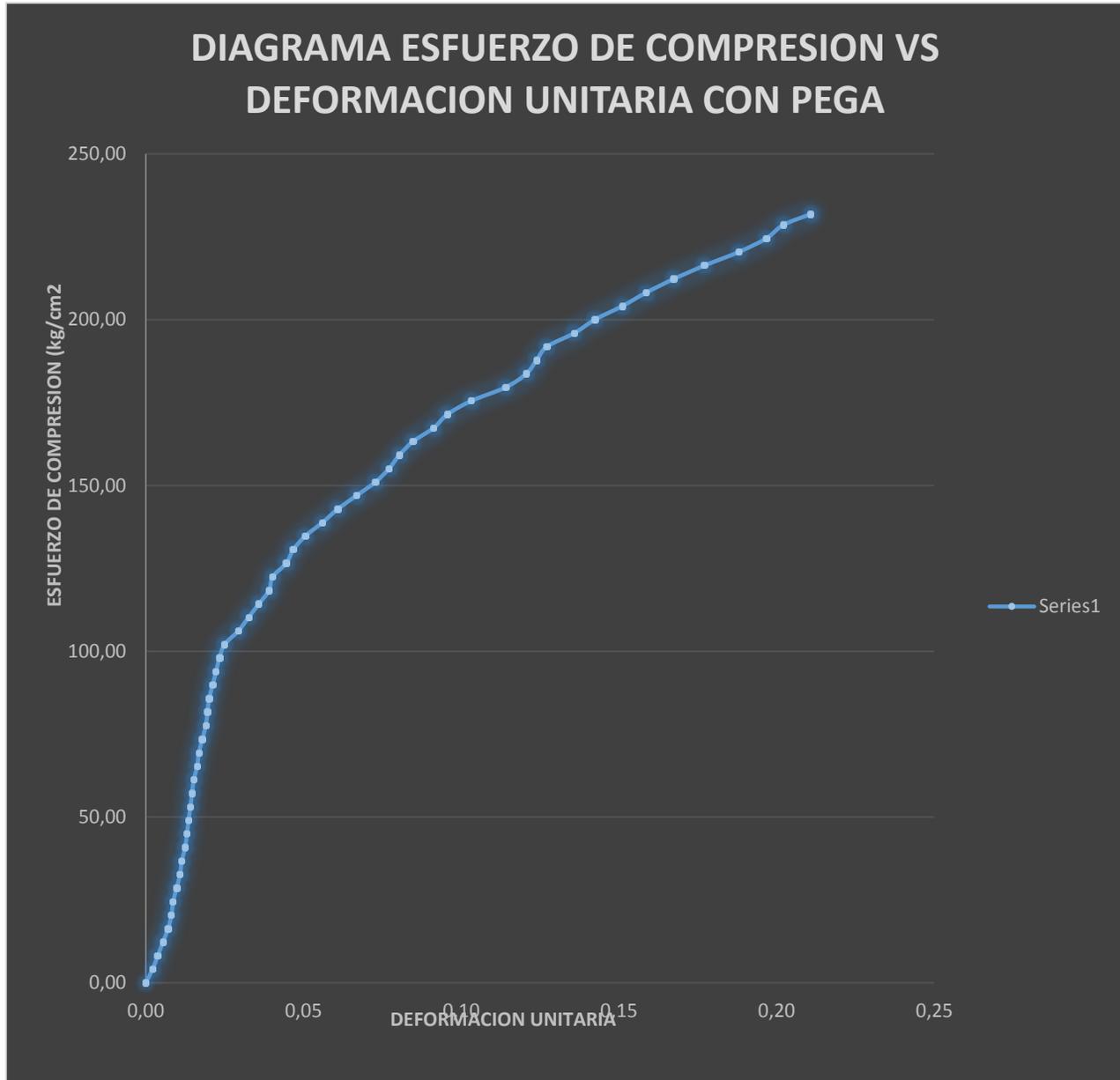
El esfuerzo máximo a la compresión de la probeta de mascarey en verde es de 275,06 kg/cm² y el límite de fluencia es de 205,05 kg/cm².

Cuadro 48 Prueba de compresión con probetas ensambladas de mascarey seco al horno con pega EPI.

ESTADO	AREA (cm2)	CARGA (kg)	DEFORM.	DEFORM. (mm)	DEF. UNIT	ESF.(kg/cm2)
SEC AL H OR 11%	9,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
SEC AL H OR 11%	9,00	100	4,50	0,02	0,00	11,11
SEC AL H OR 11%	9,00	200	7,00	0,04	0,00	22,22
SEC AL H OR 11%	9,00	300	8,00	0,04	0,00	33,33
SEC AL H OR 11%	9,00	400	10,00	0,05	0,00	44,44
SEC AL H OR 11%	9,00	500	11,50	0,06	0,00	55,56
SEC AL H OR 11%	9,00	600	13,00	0,07	0,00	66,67
SEC AL H OR 11%	9,00	700	15,50	0,08	0,00	77,78
SEC AL H OR 11%	9,00	800	19,00	0,10	0,00	88,89
SEC AL H OR 11%	9,00	900	24,00	0,12	0,00	100,00
SEC AL H OR 11%	9,00	1000	30,00	0,15	0,01	111,11
SEC AL H OR 11%	9,00	1100	36,50	0,18	0,01	122,22
SEC AL H OR 11%	9,00	1200	43,00	0,22	0,01	133,33
SEC AL H OR 11%	9,00	1300	52,00	0,26	0,01	144,44
SEC AL H OR 11%	9,00	1400	64,00	0,32	0,01	155,56
SEC AL H OR 11%	9,00	1500	69,00	0,35	0,01	166,67
SEC AL H OR 11%	9,00	1600	87,00	0,44	0,02	177,78
SEC AL H OR 11%	9,00	1700	90,00	0,45	0,02	188,89
SEC AL H OR 11%	9,00	1800	106,00	0,53	0,02	200,00
SEC AL H OR 11%	9,00	1900	122,00	0,61	0,02	211,11
SEC AL H OR 11%	9,00	2000	134,00	0,67	0,03	222,22
SEC AL H OR 11%	9,00	2020	140,00	0,70	0,03	224,44

Elaborado por: Diego Haro.

Grafico 26 Diagrama esfuerzo de compresión vs deformación unitaria con probeta de mascarey seco al horno con pega EPI.



Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 49 Análisis del porcentaje de error, cálculo del módulo de elasticidad y esfuerzo de compresión máximo paralelo a las fibras seco al horno con pega EPI.

ANALISIS DEL PORCENTAJE DE ERROR	
ESF. COMPRESION EXP.(kg/cm2)	224,44
ESF. COMPRESION TEO.(kg/cm2)	101
% error de la medida de esfuerzos	55
CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD	
ESFUERZOS (kg/cm2)	DEF. UNITARIA
77,78	0,00
33,33	0,00
MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm2)	30459,26
ESFUERZO DE COMPRESION MAXIMO PARALELO A LAS FIBRAS	
CARGA (kg)	AREA (cm2)
2020	9
ESF. MAXIMO (kg/cm2)	224,44

Elaborado por: Diego Haro.

El esfuerzo máximo a la compresión de la probeta de mascarey seco al horno es de 224,44 kg/cm² y el límite de fluencia es de 122,22 kg/cm²

c. Ensayos de Dureza

Cuadro 50. Valores promedios experimentales del ensayo de dureza.

PROBETA 3*3*3 cm-5*5*5cm	CARGA EN kg	H.B.N. kg f/ mm2
mascarey en verde	50 kg	8,68
mascarey seco al horno poro	50 kg	7,32
mascarey seco al horno sin poro	50 kg	9,37
mascarey en verde con EPI.	50 kg	10,30
mascarey seco al horno con poro pega EPI	50 kg	8,22
mascarey seco al horno sin poro pega EPI	50 kg	9,51
M.S.L 1	50 kg	9,42
M.S.L 1´	50 kg	9,71
M.C.L 2	50 kg	11,49
M.C.L2 ´	50 kg	12,24
S.S.L 3	50 kg	7,15
S.S.L 3´	50 kg	7,47
S.C.L 4	50 kg	7,68
S.C.L 4´	50 kg	7,98

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 51 Ensayo de dureza probetas de mascarey en condiciones en verde.

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA 3*3*3 cm	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
A LA FECHA	50	10	31,42	3,60
A LA FECHA	50	10	31,42	3,30
A LA FECHA	50	10	31,42	4,00
H huella:0,45 mm			SUMATORIA	10,90
PROMEDIO		3,63		
H.B.N kg f/mm2		8,68		

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 52 Ensayo de dureza probetas de mascarey seco al horno identado con poro.

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA 3*3*3 cm	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
SECO AL HORNO	50	10	31,42	4,30
SECO AL HORNO	50	10	31,42	4,50
SECO AL HORNO	50	10	31,42	4,10
H huella:0,53 mm			SUMATORIA	12,90
PROMEDIO		4,30		
H.B.N kg f/mm2		7,32		

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 53 Ensayo de dureza probetas de mascarey seco al horno identado sin poro.

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA 3*3*3 cm	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
SECO AL HORNO	50	10	31,42	3,30
SECO AL HORNO	50	10	31,42	3,20
SECO AL HORNO	50	10	31,42	3,60
H huella: 0,22 mm			SUMATORIA	10,10
PROMEDIO		3,37		
H.B.N kg f/mm2		9,37		

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 54 Ensayo de dureza probetas de mascarey con pega epi en verde.

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA 5*5*5 cm	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
EPI EN VERDE	50	10	31,42	3,20
EPI EN VERDE	50	10	31,42	3,00
EPI EN VERDE	50	10	31,42	3,00
H huella:0,43 mm			SUMATORIA	9,20
PROMEDIO	3,07			
H.B.N kg f/mm2	10,30			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 55 Ensayo de dureza probetas de mascarey con pega epi seco la horno con poro.

FÓRMULA: HBN: $CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA 5*5*5 cm	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
SECO AL HORNO	50	10	31,42	4,00
SECO AL HORNO	50	10	31,42	3,60
SECO AL HORNO	50	10	31,42	3,90
H huella: 0,51 mm			SUMATORIA	11,50
PROMEDIO	3,83			
H.B.N kg f/mm ²	8,22			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 56 Ensayo de dureza probetas de mascarey y pega epi seco al horno sin poro.

FÓRMULA: HBN: $CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA 5*5*5 cm	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
EPI SIN PORO	50	10	31,42	3,54
EPI SIN PORO	50	10	31,42	3,28
EPI SIN PORO	50	10	31,42	3,14
H huella: 0,23 mm			SUMATORIA	9,96
PROMEDIO	3,32			
H.B.N kg f/mm ²	9,51			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 57 Ensayo de dureza probetas de mascarey sin laca y plywood fenólico M.S.L 1.

FÓRMULA: HBN: $CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
M.S.L 1	50	10	31,42	3,30
M.S.L 1	50	10	31,42	3,40
M.S.L 1	50	10	31,42	3,35
H huella: 0,40 mm			SUMATORIA	10,05
PROMEDIO	3,35			
H.B.N kg f/mm2	9,42			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 58 Ensayo de dureza probetas de mascarey sin laca y plywood fenólico M.S.L 1´.

FÓRMULA: HBN: $CARGA/\pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
M.S.L 1´	50	10	31,42	3,45
M.S.L 1´	50	10	31,42	3,20
M.S.L 1´	50	10	31,42	3,10
H huella: 0,35 mm			SUMATORIA	9,75
PROMEDIO	3,25			
H.B.N kg f/mm2	9,71			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 59 Ensayo de dureza probetas de mascarey con laca y plywood fenólico M.C.L 2.

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D *(D-\sqrt{D^2-dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
M.S.L 2	50	10	31,42	2,70
M.S.L 2	50	10	31,42	2,65
M.S.L 2	50	10	31,42	2,90
H huella: 0,30 mm			SUMATORIA	8,25
PROMEDIO	2,75			
H.B.N kg f/mm ²	11,49			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 60 Ensayo de dureza probetas de mascarey con laca y plywood fenólico M.C.L 2'

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D *(D-\sqrt{D^2-dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
M.S.L 2'	50	10	31,42	2,50
M.S.L 2'	50	10	31,42	2,55
M.S.L 2'	50	10	31,42	2,70
H huella: 0,25 mm			SUMATORIA	7,75
PROMEDIO	2,58			
H.B.N kg f/mm ²	12,24			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 61 Ensayo de dureza probetas seique sin laca y mdp S.S.L 3.

FÓRMULA: HBN: $CARGA/\pi D * (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
S.S.L 3	50	10	31,42	4,20
S.S.L 3	50	10	31,42	4,40
S.S.L 3	50	10	31,42	4,60
H huella: 0,50 mm			SUMATORIA	13,20
PROMEDIO	4,40			
H.B.N kg f/mm2	7,15			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 62 Ensayo de dureza probetas de seique sin laca y mdp S.S.L 3´.

FÓRMULA: HBN: $CARGA/\pi D * (D - \sqrt{D^2 - dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
S.S.L 3´	50	10	31,42	4,00
S.S.L 3´	50	10	31,42	4,30
S.S.L 3´	50	10	31,42	4,35
H huella: 0,55 mm			SUMATORIA	12,65
PROMEDIO	4,22			
H.B.N kg f/mm2	7,47			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 63 Ensayo de dureza probetas de seique con laca y mdp S.C.L 4.

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D *(D-\sqrt{D^2-dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
S.C.L 4	50	10	31,42	4,20
S.C.L 4	50	10	31,42	4,00
S.C.L 4	50	10	31,42	4,10
H huella: 0,40 mm			SUMATORIA	12,30
PROMEDIO	4,10			
H.B.N kg f/mm ²	7,68			

Elaborado por: Diego Haro.

Cuadro 64 Ensayo de dureza probetas de seique con laca y mdp S.C.L 4´

FÓRMULA: $HBN: CARGA/\pi D *(D-\sqrt{D^2-dp})$.

PROBETA	CARGA EN kg	DIAMETRO IDENTADO mm	π *DIAMETRO IDENTADO	DIAMETRO DE LA HUELLA
S.C.L 4´	50	10	31,42	3,90
S.C.L 4´	50	10	31,42	4,00
S.C.L 4´	50	10	31,42	3,95
H huella: 0,40 mm			SUMATORIA	11,85
PROMEDIO	3,95			
H.B.N kg f/mm ²	7,98			

Elaborado por: Diego Haro.

d. Ensayos de Abrasión con abrasivo de Oxido de Aluminio lijas N°60 y 80 en probetas de mascarey y seique.

Figura 44 Banco óptico de alta resolución con cámara incorporada utilizado para la obtención de fotografía de las distintas probetas de mascarey y seique lacados y sin laca



Elaborado por: Diego Haro.

Cálculo de pérdida de peso:

$$L = A - B$$

DONDE:

L: Pérdida de peso en gr

A: Peso de la muestra antes de la abrasión en gr

B: Peso de la muestra después de la abrasión en gr

Calculo de pérdida de espesor:

$$E = C - D$$

DONDE:

E: Pérdida de espesor en mm

C: Espesor de la muestra antes de la abrasión en mm

D: Espesor de la muestra después de la abrasión en mm

Cuadro 65 valores promedios experimentales del ensayo de abrasión

.PROBETAS	LIJA GRANO N°	PERDIDA DE PESO en gr	PERDIDA DE ESPESOR en mm
Mascarey lacado	60	0,80 gr	0,15 mm
Mascarey sin laca	60	0,80 gr	0,10 mm
Seique lacado	60	0,20 gr	0,09 mm
Seique sin laca	60	0,20 gr	0,09 mm

Mascarey lacado	80	0,20 gr	0,02 mm
Mascarey sin laca	80	0,10 gr	0,02 mm
Seique lacado	80	0,20 gr	0,02 mm
Seique sin laca	80	0,20 gr	0,11 mm

Elaborado por: Diego Haro.

Ensayo de Abrasión en probetas de mascarey lacado y sin lacar con abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 60

Probeta de mascarey lacado, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 60

La probeta lacada de mascarey pierde 0,7 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,3% de disminución de laca madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,15 mm de espesor lo que representa el 0,51% de disminución entre laca y madera.

De acuerdo a lo observado a las probetas en vivo y en su fotografía se ve muy claramente que la probeta de mascarey sin laca sometida a la abrasión con lija N ° 60 está totalmente destruida la parte superficial de la madera mientras que en la probeta lacada al ser sometida abrasión con lija N ° 60 no tiene perdida en la madera ni daños en la misma y presenta un rayado superficial solamente de la laca.

L= A-B

A: 234,50 gr

B: 233,80 gr

L: 234,50 gr-233,80 gr

L: 0,70 gr

E= C-D

C: 29,28 mm

D: 29,13 mm

E: 29,28 mm- 29,13 mm

E: 0,15 mm

Figura 45 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey con laca y abrasivo lija N° 60.



Elaborado por: Diego Haro.

Probeta de mascarey sin laca, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 60

La probeta lacada de mascarey pierde 0,8 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,33 % de disminución de la madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,10 mm de espesor lo que representa el 0,35% de disminución de madera.

$L = A - B$

A: 243,40 gr

B: 242,60 gr

L: 243,40 gr - 242,60 gr

L: 0,80 gr

$E = C - D$

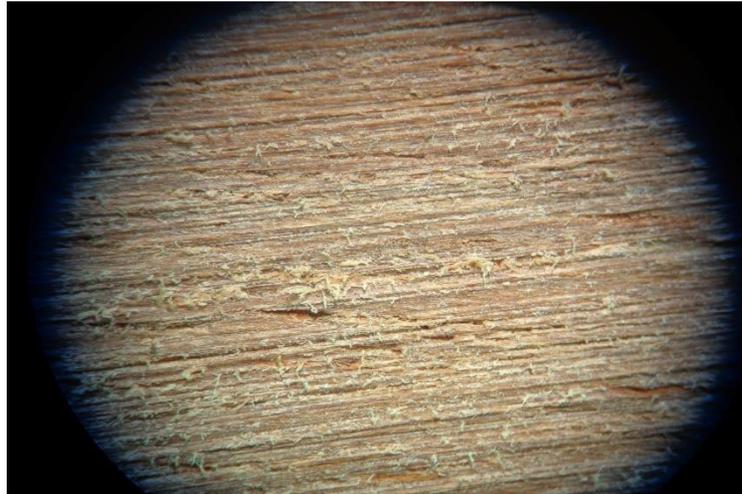
C: 28,73 mm

D: 28,63 mm

E: 28,73 mm - 28,63 mm

E: 0,10 mm

Figura 46 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey sin laca y abrasivo lija N° 60.



Elaborado por: Diego Haro.

Ensayo de Abrasión en probetas de seique lacado y sin lacar con abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 60

Probeta de seique lacado, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 60

La probeta lacada de seique pierde 0,2 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,06% de disminución de laca madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,09 mm de espesor lo que representa el 0,27% de disminución entre laca y madera.

De acuerdo a lo observado a las probetas en vivo y en su fotografía se ve muy claramente que la probeta de mascarey sin laca sometida a la abrasión con lija N ° 60 está con el grano alzado en la parte superficial de la madera mientras que en la probeta lacada al ser sometida a abrasión con lija N ° 60 no tiene pérdida en la madera ni daños en la misma y presenta un rayado superficial solamente de la laca.

L= A-B

A: 332,30 gr

B: 332,10 gr

L: 332,30 gr -332,10 gr

L: 0,20 gr

E= C-D

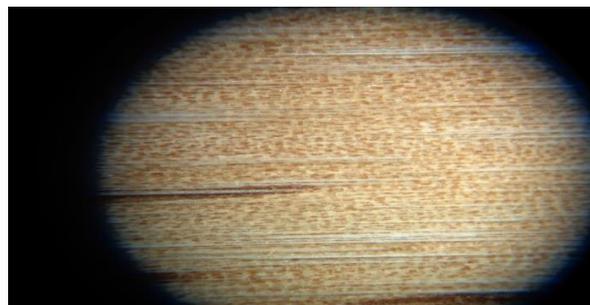
C: 32,54 mm

D: 32,45 mm

E: 32,54 mm- 32,45 mm

E: 0,09 mm

Figura 47 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique con laca y abrasivo lija N° 60.



Elaborado por: Diego Haro.

Probeta de seique sin laca, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 60

La probeta sin laca de seique pierde 0,2 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,06% de disminución de madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,26 mm de espesor lo que representa el 0,80 % de disminución de madera.

$L = A - B$

A: 334,60 gr

B: 334,40 gr

L: 334,60 gr - 334,40gr

L: 0,20 gr

$E = C - D$

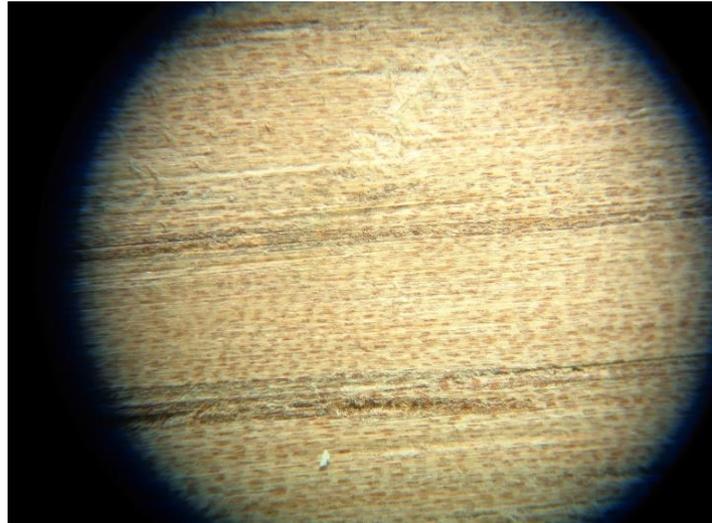
C: 32,48 mm

D: 32,22 mm

E: 32,48 mm - 32,39 mm

E: 0,09 mm

Figura 48 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique sin laca y abrasivo lija N° 60.



Elaborado por: Diego Haro.

Ensayo de Abrasión en probetas de mascarey lacado y sin lacar con abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 80

Probeta de mascarey lacado, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 80

La probeta lacada de mascarey pierde 0,20 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,078% de disminución de laca madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,02 mm de espesor lo que representa el 0,068 % de disminución entre laca y madera.

De acuerdo a lo observado a las probetas en vivo y en su fotografía se ve muy claramente que la probeta de mascarey sin laca sometida a la abrasión con lija N ° 80 está totalmente destruida la parte superficial de la madera mientras que en la probeta lacada al ser sometida a abrasión con lija N ° 80 no tiene pérdida en la madera ni daños en la misma y presenta un rayado superficial solamente de la laca.

$L = A - B$

A: 254,40 gr

B: 254,20 gr

L: 254,40 gr - 254,20 gr

L: 0,20 gr

$E = C - D$

C: 29,07 mm

D: 29,05 mm

E: 29,07 mm - 29,05 mm

E: 0,02 mm

Figura 49 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey con laca y abrasivo lija N° 80.



Elaborado por: Diego Haro.

Probeta de mascarey sin laca, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 80

La probeta lacada de seique pierde 0,1 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,04% de disminución de laca madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,02 mm de espesor lo que representa el 0,07% de disminución entre laca y madera.

$L = A - B$

A: 236,30 gr

B: 236,20 gr

L: 236,30 gr - 236,20 gr

L: 0,10 gr

$E = C - D$

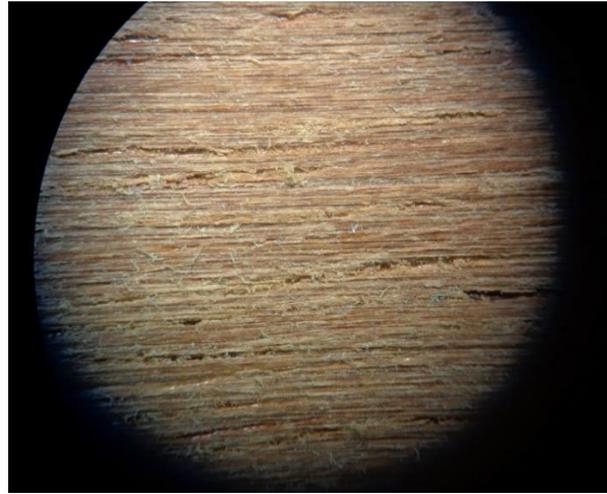
C: 28,76 mm

D: 28,74 mm

E: 28,76 mm - 28,74 mm

E: 0,02 mm

Figura 50 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del mascarey sin laca y abrasivo lija N° 80.



Elaborado por: Diego Haro.

Ensayo de Abrasión en probetas de seique lacado y sin lacar con abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 80

Probeta de seique lacado, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 80

La probeta lacada de seique pierde 0,2 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,06% de disminución de laca madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,02 mm de espesor lo que representa el 0,06% de disminución entre laca y madera.

De acuerdo a lo observado a las probetas en vivo y en su fotografía se ve muy claramente que la probeta de mascarey sin laca sometida a la abrasión con lija N ° 60 está con el grano alzado en la parte superficial de la madera mientras que en la probeta lacada al ser sometida a abrasión con lija N ° 60 no tiene pérdida en la madera ni daños en la misma y presenta un rayado superficial solamente de la laca.

$$L = A - B$$

$$A: 336,20 \text{ gr}$$

$$B: 336,00 \text{ gr}$$

$$L: 336,20 \text{ gr} - 336,00 \text{ gr}$$

$$L: 0,20 \text{ gr}$$

$$E = C - D$$

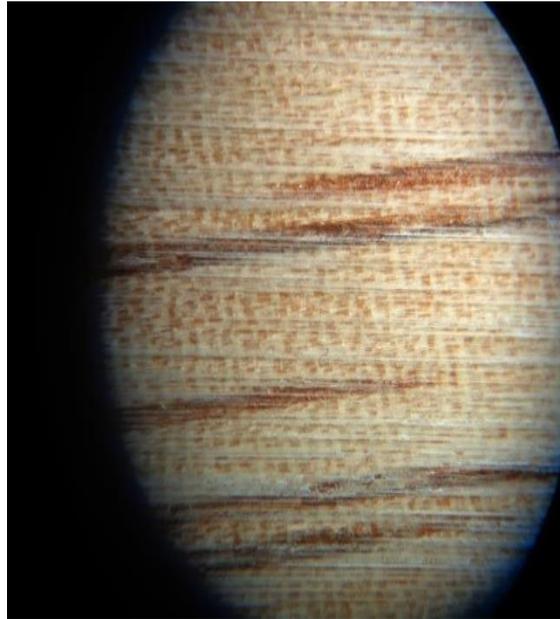
$$C: 32,64 \text{ mm}$$

$$D: 32,62 \text{ mm}$$

$$E: 32,64 \text{ mm} - 32,62 \text{ mm}$$

$$E: 0,02 \text{ mm}$$

Figura 51 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique con laca y abrasivo lija N° 80.



Elaborado por: Diego Haro.

Probeta de seique sin laca, abrasivo de Oxido de Aluminio lija N° 80

La probeta sin laca de seique pierde 0,2 gr de masa después de haber aplicado el abrasivo lo que representa el 0,06% de disminución de madera con respecto a la probeta inicial. En lo que se refiere a su espesor pierde 0,11 mm de espesor lo que representa el 0,031 % de disminución de madera.

$$L = A - B$$

$$A: 330,00 \text{ gr}$$

$$B: 329,8 \text{ gr}$$

$$L: 330,00 \text{ gr} - 329,80 \text{ gr}$$

$$L: 0,20 \text{ gr}$$

$$E = C - D$$

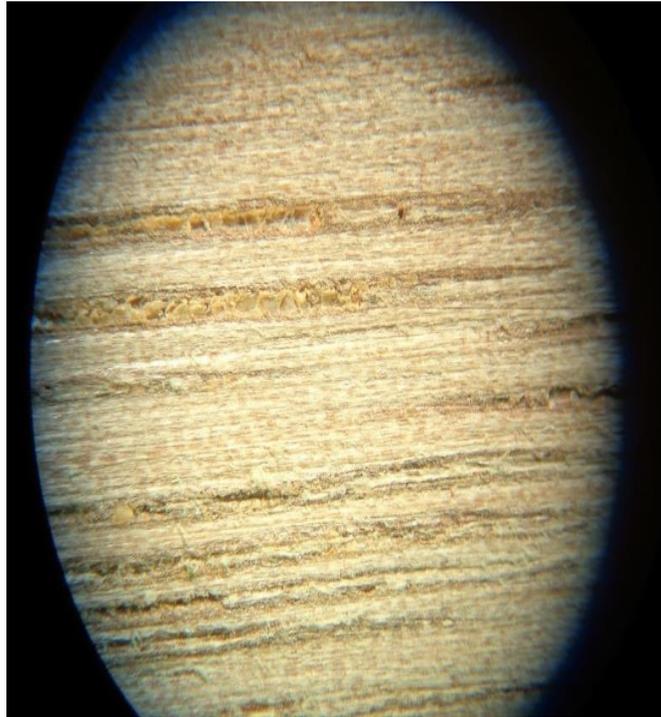
$$C: 32,35 \text{ mm}$$

$$D: 32,24 \text{ mm}$$

$$E: 32,35 \text{ mm} - 32,24 \text{ mm}$$

$$E: 0,11 \text{ mm}$$

Figura 52 Fotografía en banco óptico IVU 7000 del seique sin laca y abrasivo lija N° 80.



Elaborado por: Diego Haro.

VI. CONCLUSIONES

1. La densidad de la madera de mascarey seco al horno (0,67 gr/cm³) mejora notablemente las propiedades físico mecánicas de la misma con relación a la densidad en verde (0,73 gr/cm³)
2. La madera secada al horno (< al 12%) mejora la trabajabilidad de la madera en comparación de la madera en verde (> al 30 %), así como también aumenta su resistencia a la flexión y dureza.
3. Las probetas de mascarey en verde presentan mayor resistencia a la compresión debido a su peso específico y a la humedad contenida en sus poros.
4. El proceso fabricación de pisos de ingeniería de mascarey es un proceso laborioso por constar de por lo menos 25 pasos desde la recepción de bloques de madera hasta su instalación final.
5. En cuanto a los ensayos para pisos de madera de mascarey con plywood fenólico con laca no mejora la propiedad de flexión estática. En cambio la madera de mascarey con plywood fenólico con laca si mejora la dureza en comparación con la madera de mascarey con plywood fenólico sin laca.
6. El piso de mascarey con base de plywood fenólico es un mejor material para pisos en comparación con el MDP con lámina de seique ya tiene mayor resistencia a la ruptura en (3,18) veces más que el MDP y permite ser relacado y pulido hasta tres veces en caso de accidentes
7. Con relación a la abrasión los dos pisos lacados no presenta mayor daño en la madera solamente un desprendimiento superficial de la laca.

8. La dureza del mascarey lacado en promedio es de 11,86 HB que es mayor a la del seique lacado cuyo valor en promedio corresponde a 7,83 HB; por lo que esta investigación ratifica lo que reza la norma europea (UNE-EN 1534) que dice que el valor ser de (10 HB o >), por lo tanto se podría descartar la potencialidad del seique para pisos de madera.

9. La aplicación de la norma europea UNE-EN 1348 para pisos de ingeniería permite garantizar al usuario la durabilidad del piso de ingeniería.

VII. RECOMENDACIONES

1. La madera de mascarey para la elaboración de pisos debe ser secada al horno hasta obtener un porcentaje de humedad menor al 12%.
2. Para la elaboración de los pisos de ingeniería debe utilizarse pega industrial EPI con el fin de que exista una mayor adherencia entre la lámina y el tablero.
3. El lacado de los pisos de ingeniería debe ser con lacas a base de agua y secado UV, por ser más amigables con el ambiente.
4. Se debe replicar esta investigación con madera de teca (*Tectona grandis*) y chanul (*humiriastrum procerum*) que son utilizados para la elaboración de pisos de ingeniería.
5. La fabricación de pisos de ingeniería deben ser sometidas a normas europeas o americanas que rigen para su fabricación.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: fabricar pisos de ingeniería en madera de mascarey (*hyeronima alchorneoides allem*) en la empresa Pismade S.A., Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Los ensayos físicos se realizaron en la empresa Pismade S.A. y los ensayos mecánicos se efectuaron en el laboratorio de resistencia de materiales de la ESPOCH. Las propiedades físicas que se evaluaron fueron: densidad y contenido de humedad. En cuestión a las propiedades mecánicas se realizaron pruebas de flexión estática, compresión, dureza de brinell, resistencia a la abrasión y resistencia al rayado. Los ensayos físicos mecánicos se llevaron a cabo en estado seco al aire y seco al horno (C.H: 11%). La madera del mascarey se cataloga como semipesada con una densidad entre (501 a 750) kg/m³ y la madera de seique corresponde a una madera ligera con una densidad comprendida entre (350 a 500) kg/m³. Respecto a su resistencia mecánica el piso mascarey y plywood fenólico presenta mayor resistencia a la flexión estática y al a dureza de brinell, en cambio el mascarey presenta mayor resistencia a la abrasión, ambos tienen igual adherencia de laca. En cuanto al secado de la madera el mascarey es una madera de secado lento y no de muy elevadas temperaturas la combinación de estas características descarta mayor duración del piso de MDP enchapado con lámina de seique ya que no cumple las normas europeas de dureza para pisos de madera que corresponde a rangos superiores al 10 HB (grados brinell) se sugiere la utilización de este material en revestimientos, el mascarey con base de plywood fenólico presenta superiores características que el otro material y cumple la norma europea de pisos de madera.

IX. SUMARY

SUMMARY

This research proposes: manufacturing engineered flooring of Mascareywood (*Hyeronima alchorneoides* Allem) in the company Pismade SA, in Canton Riobamba, province of Chimborazo. Physical tests were conducted at the company Pismade SA, and mechanical tests were performed in the resistance of materials laboratory in the ESPOCH. The physical properties evaluated were: density and moisture content. Respecting to the mechanical properties static bending tests, compression, Brinell hardness, abrasion resistance and scratch resistance.

The mechanical-physical tests were carried out in air-dry and oven-dry state (CH: 11%). Mascareywood is classified as Light Heavyweight with a density between (501-750) kg / m³ and seiquewood corresponds to a lightweight wood with a density ranging from (350 to 500) kg / m³. Regarding the mechanical strength, making a comparison between Mascarey and phenolic plywood floor, this presents greater resistance to static bending and Brinell hardness, whereas the Mascarey shows higher resistance to abrasion. They both have equal lacquer adhesion.

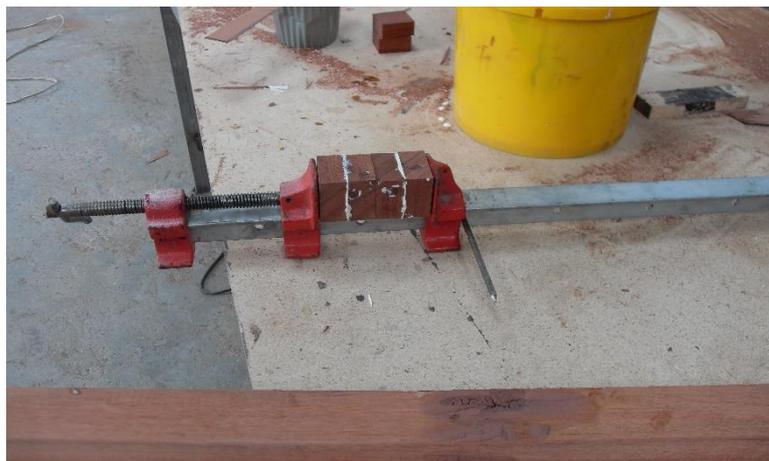
As for the drying of wood, Mascarey is a slow-drying wood and not very high temperature, the combination of these features discarded longer lifespan of MDP veneered floor with seique sheet as it does not meets European standards of hardness for wooden floor corresponding to higher ranks to 10hb (Brinell degrees).

The use of this material in revetment is suggested; Mascarey with phenolic plywood base has superior features as the other material and meets European standard wood floors.



X. BIBLIOGRAFÍA

1. BOLETIN BONA LACA, MALMO SUECIA.
2. EDEZ J y CONDE M, 1997, Manual técnico de secado de maderas. Imprimex, Quebec, Canadá, 59-60-122p
3. LA MADERA Y SU ANATOMIA 15-17-74 p
4. MEDINA GONZALO. 2002, Antecedentes históricos de los pavimentos de madera ARTES GRAFICAS PALERMO, S.L., Madrid-España 13-14-15 -16 -17-18-19-29-30-31-32-33-34-35-36-42-43-44-234p.
5. VIGNOTE S. MARTINEZ, I. Tecnología de la madera, fabricación de chapa y tablero contrachapado. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.295-322-379-481-495p.
6. http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies_plantaciones/HIERONYMA%20ALCHORNEOIDES/Manual%20Hieronyma%20alchornoides.pdf
7. http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2017/Technical/pd8-92-5-3%20rev2%28F%29%20s_Rosita_S.pdf
8. http://es.wikipedia.org/wiki/Cedrelinga_cateniformis
9. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0009S/A0009S153.PDF>
10. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0009S/A0009S153.PDF>
11. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0009S/A0009S153.PDF>
12. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5666/1/25219_1.pdf
13. <http://www.quiminet.com/empresas/procesos-en-cadena-y-tipo-proyecto-2746405.htm>)
14. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contrachapado>
15. <http://es.wikipedia.org/wiki/Aserradero>
16. http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1099_16983.pdf
17. http://www.revista-mm.com/ediciones/rev76/forestal_wwf.pdf
18. Fuente: www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=NJ0HVd3EAeew8wePjIDwCA&gws_rd=ssl#q=propiedades+fisicas+y+mecanicas+del+mascarey&spell=1

XI. ANEXOS**ANEXO 1 Fotos de la fabricación de probetas ensambladas para ensayos de flexión y dureza con pega EPI**

ANEXO 2 Fotos de los ensayos mecánicos en el laboratorio



