

USACH

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Autor: Bernardo Garate

Revisor: Jonathan Núñez

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

INTRODUCCIÓN

En la actualidad todas las ramas de las ciencias, incluyendo por cierto a las distintas especialidades de la ingeniería, aplican y operan con los más diversos materiales, para los que se debe conocer en profundidad sus propiedades y comportamiento. De este acabado conocimiento ha dependido, en gran medida, el encontrar soluciones adecuadas a problemas que la ingeniería ha debido resolver.

Este aspecto en la actualidad cobra enorme importancia, incluso hasta llega a ser estratégico, por cuanto se relaciona de manera muy estrecha con la aplicación exitosa de sistemas de aseguramiento de la calidad. Prácticamente todas las unidades productivas aplican cada vez más estrictos controles de calidad, tanto a materias primas como a procesos, lo que de una u otra manera significa medir alguna propiedad de materiales o comportamiento de productos.

Es así también consecuencia que se han desarrollado los más variados y sofisticados métodos y normas de ensayo, con equipos cada vez más complejos y costosos. Lo paradójico de esto se traduce en que hoy día para determinar alguna propiedad de materiales, en algunos casos, se puede encontrar sobre 10 normas distintas y, frecuentemente, esto dificulta el acuerdo para aceptar alguna de ellas como referencia o metodología válida.

En el caso particular de la ingeniería mecánica, se da una suerte asociación directa con la aplicación y uso de materiales metálicos, donde el acero es el que más se reconoce. No obstante, el actual campo de aplicación de materiales de la ingeniería mecánica llega mucho más allá que sólo los metales. Polímeros y otros materiales compuestos a base de ellos destacan con aplicaciones variadas. No se puede dejar de lado las aplicaciones descubiertas para materiales de tipo cerámicos y polvos sinterizados. Las resinas y sus compuestos son sin duda materiales de aplicación importante y frecuente. No se puede dejar de lado a las maderas que, a pesar de los avances tecnológicos, aun mantienen variadas aplicaciones donde sus propiedades resistentes son fundamentales.

EL PROCESO EXPERIMENTAL

El proceso experimental reviste una importancia insustituible dentro del método científico. En este sentido, toda “teoría” para convertirse en “ley” deberá ser rigurosamente corroborada en forma experimental. Si una propuesta teórica no se confirma experimentalmente, simplemente será desechada como tal, y sólo será otra de las muchas “voladas” que algún científico elaboró erróneamente.

En este sentido podemos citar el ejemplo de A. Einstein con la teoría de la relatividad. Al momento de presentarla, no había medios técnicos como para someterla a la validación experimental, así entonces se ha mantenido como una “teoría”. En la actualidad ya se cuenta con algunos instrumentos de avanzada tecnología que indirectamente mostrarían validez en la teoría de Einstein pero, aun así, todavía no se la llama “ley de la relatividad”.

El proceso experimental busca establecer, por medio de una acción práctica, relaciones consistentes de causa-efecto entre los comportamientos que un espécimen presenta como respuestas a las sollicitaciones a que es sometido.

Bajo este prisma, se puede observar claramente la importancia que reviste conocer, de antemano, el comportamiento que tendrá un determinado material ante una exigencia posible de ocurrir. Es esta simple reflexión una de las bases fundamentales del diseño mecánico, en que se busca proponer soluciones de comportamiento predecible ante solicitaciones de operación requeridas.

En su fundamento, el proceso experimental aplica la “síntesis” como modelo de procedimiento. El modelo de síntesis, como frecuentemente se cree, no significa hacer un “resumen” de lo observado, sino que consiste en aplicar al fenómeno una secuencia lógica de pasos, bien establecidos, que nos permitirán obtener la buscada relación de causa-efecto. De forma esquemática la síntesis se puede presentar como sigue:

SÍNTESIS

OBSERVAR ----- ANALIZAR ----- CONCLUIR

Observación: Constituye la base misma del proceso experimental. La observación entrega datos e información, y a mayor capacidad de observación, mayor será la cantidad de datos e información disponibles para el posterior análisis. La observación puede ser “directa” o “sensorial”, es decir, que se realiza a través de los sentidos, o puede ser “indirecta” o “asistida”, es decir, que se realiza a través de instrumentos y equipos de medición. La medición sensorial es esencialmente “no paramétrica”, pues entrega “juicios” y muy rara vez valores numéricos. Ejemplos de juicios no paramétricos son caliente / frío, grande / pequeño, pesado / liviano, ancho / delgado, fuerte / débil, etc. Por el contrario, la observación asistida es paramétrica, y entrega valores numéricos concretos. Ejemplo de parámetros medibles son temperatura, distancia, peso, carga, presión, deformación, voltaje, etc.

Análisis: Es el trabajo que se hace a los datos para obtener resultados. Es la comparación entre valores para establecer correlaciones sentenciables entre datos y resultados. El análisis se ve reforzado con la aplicación acertada del conocimiento base, que en este caso lo constituye las ciencias básicas de la ingeniería como la matemática, física, química y biología, y también de sus ciencias derivadas como la resistencia de materiales, termodinámica, mecánica de fluidos, electricidad, bioquímica, geología, etc. También el análisis se facilita con el uso de herramientas como el PC, calculadoras, tablas de valores, gráficos, ábacos, etc.

Conclusión: Es la propuesta de relación causa-efecto que el experimentador hace del experimento desarrollado, a partir de las observaciones hechas y del análisis realizado. Esta propuesta puede tener varias formas o modelos, entre los que se destaca la validación de una hipótesis, la comprobación controlada de un fenómeno, la verificación/negación de un antecedente, la propuesta de algún comportamiento desconocido frente a un estímulo específico, la validación de una teoría, etc.

Como manera de destacar la importancia que tiene el desarrollar correctamente cada una de las etapas ya señaladas, conviene reflexionar sobre las consecuencias de aplicar procedimientos no rigurosos en el proceso experimental.

OBSERVACIÓN	ANÁLISIS	CONCLUSIÓN
mala	malo	<input type="checkbox"/> muy mala
mala	bueno	<input type="checkbox"/> mala
bueno	malo	<input type="checkbox"/> mala
bueno	bueno	<input type="checkbox"/> correcta

Entonces, sólo se puede apoyar un procedimiento experimental que garantice buenas observaciones y un buen análisis para, a partir de esto, recién entrar a obtener la conclusión correcta.

ELABORACIÓN DEL INFORME

La elaboración de un informe técnico no es algo trivial ni simple, por cuanto un documento de este tipo es el medio concreto que reúne la información necesaria y suficiente para presentar con claridad una problemática técnica, así también de la información que la sustenta, de los análisis realizados, de los fundamentos de las soluciones y de las conclusiones finales.

Cuando se trata de un informe de laboratorio, como es el caso, se debe considerar que constituye el documento a través del cual el alumno manifiesta en forma escrita lo realizado y aprendido durante la sesión. No obstante que lo anterior se ve simple y directo, son subyacentes una serie de parámetros relacionados y que son determinantes para su correcta elaboración: orden, redacción, secuencia, ortografía, fundamentación, correlación, claridad conceptual, nivel de observación, capacidad de análisis y síntesis, entre otros, de tal forma que difícilmente un informe podrá ser exactamente igual a otro, a pesar de que podrían referirse a la misma experiencia y a la misma sesión. Siempre el autor directo de un trabajo escrito, cualquiera sea éste, deja en él una huella única e inconfundible.

Formalidad de redacción de frases

Las frases deben ser escritas en lenguaje formal y en persona indefinida, es decir, por ningún motivo se deben utilizar formas verbales personales e informales. Revisar los siguientes ejemplos:

Redacción errónea	Redacción correcta
. . . después del análisis nos dimos cuenta que ciertos valores después del análisis se evidenció que ciertos valores . .
. . . en nuestro caso, las muestras no calzaron con en este caso, las muestras no calzaron con . . .
. . . se nota que la pieza estaba media fallada se pudo determinar que la pieza presentaba fallas . .
. . . para mí ha sido una sorpresa obtener semejantes resultados los resultados obtenidos no son concordantes con lo esperado. . .
. . . . a partir de estos resultados puedo plantear que a partir de estos resultados se puede plantear que
. . . las probetas que usamos no eran de la mejores ya que veíamos pifias en el acabado superficial se debe considerar que las probetas usadas presentaban irregularidades en el acabado superficial, detectables por inspección visual directa . .

Formalidad de redacción de cifras

Las cifras numéricas deben ser escritas respetando la separación decimal con una coma (“,”) y la separación de “miles” por un punto (“.”). Considerando, además, la cantidad de cifras significativas correctas según los datos que se tenga disponibles para hacer un determinado cálculo numérico. Revisar los siguientes ejemplos:

Cifra errónea □ cifra correcta	Comentario
56789.345 □ 56.789,345	Se debe poner los puntos separadores de “miles” y la coma decimal
459820943 □ 459.820.943	Se debe poner los puntos separadores de “miles”
459820943 □ 459,82x10 ⁶	Se puede usar alternativamente la notación científica. Además, se debe considerar la cantidad de cifras significativas según el orden de magnitud de los datos que originan dicha cifra.
0.003435 □ 0,003435	Se debe usar la coma como separador decimal
0.003435 □ 3,435x10 ⁻³	Se puede usar alternativamente la notación científica
2345.18 □ 2.345,18 3467.56 □ 3.467,56 6984.43 □ 6.984,43 9221.568 □ 9.221,57 11456.754 □ 11.456,75 25842.435 □ 25.842,44	Cuando se tabulan las cifras, se debe poner especial atención para que la “alineación” de las cifras sea a partir de la coma. Se debe usar siempre la misma cantidad de decimales para la expresión de cifras listadas o tabuladas. La cantidad de decimales por cada columna de cifras se determinará según sea la cantidad de cifras significativas de los datos de origen de tales cifras. En una misma tabla, según la naturaleza de los datos o cifras que incluya, puede darse que no todas las columnas tengan la misma cantidad de decimales.
0,000000000000345 □ 3,45x10 ⁻¹²	Dada la baja magnitud de la cifra, en este caso, se debe usar necesariamente la notación científica.

Estructura del informe

Resultará entonces fundamental que para efectos de elaborar un informe y facilitar la corrección, el alumno siga la siguiente pauta:

1. **Resumen del contenido del informe:** no más de 1/3 de página, donde se señale brevemente lo realizado en la experiencia, y los principales resultados obtenidos. Aun cuando esta parte es información general no detallada, debe dar una idea clara de lo realizado.
2. **Objetivos de la experiencia:** deberán indicarse con claridad los objetivos de la experiencia, sean estos generales, específicos, o ambos, según corresponda. Los objetivos son la meta verificable a la cual se desea llegar al realizar la experiencia.
3. **Metodología experimental:** descripción de la secuencia de actividades realizadas y de las consideraciones principales tenidas en cuenta durante la experiencia, con especial énfasis en el detalle de aquellos aspectos claves para su buen desarrollo y, por sobre todo, para asegurar que los resultados obtenidos y las conclusiones presentadas sean confiables. Debe considerar que un lector interesado en realizar la experiencia podría reproducirla con sólo leer y seguir una a una las indicaciones y descripciones que se incluyen en este ítem, por lo tanto, debe ser muy claro en su redacción y aportar los detalles necesarios para la correcta y cabal comprensión de lo realizado. En esta parte, de ser necesario, se permite la inclusión de esquemas y dibujos explicativos, que den cuenta del montaje de

equipos, de la forma de tomar una medida o de como se organizó el “escenario” experimental y la participación de los alumnos. Esta descripción metodológica debe presentarse en, a lo menos, 1 página.

4. **Características técnicas de equipos, instrumentos e instalaciones:** Se deberá anotar todos los datos técnicos relevantes de los instrumentos y equipos usados en la experiencia como la marca, modelo, escala de medición, sensibilidad, montaje, preparación, unidades de lectura, etc.
5. **Presentación de datos:** los datos constituyen la información que se obtiene directamente de la experiencia, a partir de los cuales se calculan o determinan los resultados y se trabaja las etapas consecuentes del informe. Así entonces, son un componente medular de cualquier informe técnico y, en tal sentido, deben ser tratados con máxima prioridad. En términos directos, es donde realmente se empieza a visualizar el trabajo y aporte del alumno, pues ya se evidencia y se puede identificar su impronta personal en la obtención de información relevante para llegar a resultados de interés.

Los datos deberán presentarse tabulados, con claridad tal que se “lean” directamente y no se “interpreten” a criterio del lector. Ejemplos,

Tabla 2. Dimensiones Nominales de la Caja Estándar
(prom. \pm desv est; cajas medidas 5)

Dimensión		Medida (mm)
Caja armada:	largo exterior	535,4 \pm 1,1
	Ancho exterior	277,2 \pm 0,3
	Altura exterior	257,8 \pm 0,8
	Largo interior	529,6 \pm 1,5
	Ancho interior	271,1 \pm 0,5
	Altura interior	242,5 \pm 0,4

Tabla 12. Dimensiones Principales de Cabina de Seguridad
(prom. \pm desv est; 10 unidades medidas)

Modelo	Parámetro medido		
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
AA1	908 \pm 1	692 \pm 2	1.500 \pm 3
AA2	908 \pm 1	920 \pm 2	1.500 \pm 3
AB3	1.050 \pm 2	650 \pm 1	1.500 \pm 3
BB3	560 \pm 1	455 \pm 1	1.800 \pm 3
BB6	560 \pm 1	665 \pm 1	1.800 \pm 3
BC4	750 \pm 1	665 \pm 1	1.800 \pm 3
BE4	880 \pm 1	995 \pm 1	1.800 \pm 3
CC1	1.150 \pm 2	806 \pm 1	2.000 \pm 3

Tabla 3A. Medición de Temperatura según Tiempo de Enfriamiento
(prom. \pm desv est; 10 unidades medidas)

Medición	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
1	0	185
2	5	175
3	10	167
4	15	159
5	20	151
6	30	137
7	40	130
8	50	125
9	100	110
10	200	95
11	300	85
12	400	77

6. **Presentación de resultados:** a partir de los datos tomados se obtienen los resultados, y sobre estos últimos se realiza el análisis. Al igual que los datos, los resultados obtenidos son una parte fundamental del informe y es donde el alumno debe mostrar definitivamente su dominio del tema motivo del informe. Ya en este punto se evidencia “la mano” del alumno y se comienza a perfilar la evaluación del documento. Sea cual fuere la forma en que los resultados se presenten, aunque principalmente es a través de tablas y gráficos, deberán tener claridad tal que se comprendan directa y correctamente sin error, y no se “interpreten” a criterio del lector.

Los resultados deben estar claramente identificados, presentados y diferenciados. Presente la fórmula genérica para calcular alguna propiedad (resultado), indicando los parámetros (datos) involucrados. ¡No desarrolle cálculos!

Bien se puede presentar una tabla de resultados puros:

Tabla 13. Tablas de madera – Resistencia a la Flexión Máxima
(especímenes medidos: 5 por cada largo; prom \pm desv est.)

Largo de la pieza (mm)	resistencia máxima (kgf)	deformación en resistencia máxima (mm)
1.200	2.594 \pm 189	31,3 \pm 3,5
1.000	3.260 \pm 272	27,1 \pm 3,1
900	3.558 \pm 122	22,9 \pm 2,5
800	3.912 \pm 137	18,4 \pm 2,7
700	4.194 \pm 212	16,3 \pm 2,2
600	4.432 \pm 155	13,8 \pm 1,8

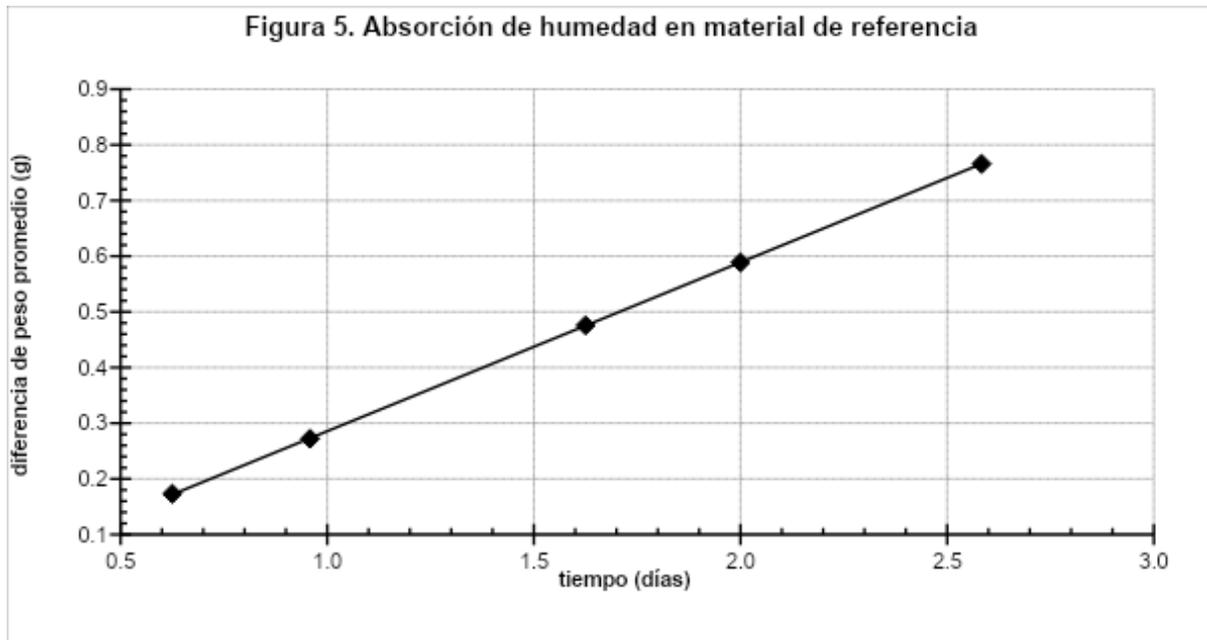
O también, se puede presentar una tabla correlacionada de datos y resultados:

Tabla zz. Muestra N – Propiedad X medida
(condición de ensayo: -10 °C)

Espécimen	A (unidad)	B (unidad)	C (unidad)	Propiedad X (unidad)
1	2,5	3,1	8,2	0,732
2	2,4	3,1	8,3	0,695
3	2,2	3,2	8,2	0,687
4	2,6	3,3	8,1	0,874
5	2,5	3,1	8,4	0,715
Promedio ± desviación normal				0,732 ± 0,077

Propiedad X = $A * B^2 / 4C$, donde: A = parámetro 1; B = parámetro 2 y C = parámetro 3

Cuando elabore e incluya gráficos en su informe, deberá tener especial cuidado de que estos indiquen con claridad la información en ellos contenida. Incluya el título del gráfico, así también la denominación de ejes con sus respectivas unidades.



7. **Conclusiones:** constituye la parte más importante del informe, pues aquí se pone de manifiesto el grado de comprensión, asimilación y propuesta que el alumno logró en la experiencia. En las conclusiones el alumno plantea su propuesta¹ de solución o explicación de lo experimentado y, por lo tanto, deben basarse de manera inconfundible en los datos tomados y los resultados calculados. Las conclusiones deben diferenciarse muy claramente de lo que son meros comentarios, interpretaciones u opiniones de buena crianza y, a consecuencia, el alumno deberá esmerarse para resolver correctamente este punto. No olvidar que la mayor parte de la nota del informe se define en este punto. Este punto debe desarrollarse en no menos de ½ página.

Constituyen conclusiones expresiones como las siguientes:

“El comportamiento del material xxx, presenta una resistencia yyy, superior al material zzz que actuó como control. La diferencia del nnn% a favor del material xxx superó por nnn puntos lo esperable, tal como se planteó en la hipótesis inicial. Una explicación para esto radica en”

“Haciendo una observación en detalle del patrón de ruptura de las probetas, se pudo observar que de las uuu probetas ensayadas, un total de vvv probetas fallaron por colapso en el sentido jjj con respecto al eje”

“Se confirma el efecto del acondicionamiento hhh en la propiedad ggg. Todas las probetas tratadas de esa manera mostraron un patrón de colapso característico por”

“En el ensayo vvv se pudo concluir que la propiedad fff depende, de manera directa, del parámetro www, lo que confirma el modelo tttt.....”

“los resultados obtenidos para la propiedad aaaa sólo difieren en xx% de datos obtenidos de la literatura para las mismas propiedades. Esto confirma lo ya conocido para este material”

“La teoría tenida como modelo base para la experimentación se cumple en el rango de valores desde xxx hasta yyy. Por sobre esos valores, la diferencia del modelo teórico con los resultados obtenidos se hace mayor a zzzz%, esto quiere decir.....”

No constituyen conclusiones expresiones como las siguientes:

“A mayor cuidado en la lectura de los datos tendremos mejores resultados para analizar. Esto es particularmente importante en las aplicaciones de ingeniería, en razón a”

“Esta experiencia nos ha permitido comprender de mejor manera lo planteado en clases, los que nos permite enfrentar el futuro de nuestra carrera con mejores”

“Las probetas fueron sometidas todas al mismo tratamiento antes del ensayo”

“Con la máquina kkk se midió el parámetro sss,, con lo que se pudo medir la propiedad qqq.....”

“El material xxxx es más resistente que el material yyyy debido a que falló con mayor carga”

Constituyen interpretaciones y no conclusiones expresiones como las siguientes:

“La resistencia de la madera se vio incrementada de manera notable debido a que los pinos de los cuales se extrajo fueron regados con abonos ultra potentes.....” ¿es posible afirmar lo anterior a partir de lo realizado en la experiencia?

¹ Propuesta: una propuesta tiene varias formas de entenderse, y dependerá de la naturaleza del objetivo experimental cual de ellas será la más aplicable. Una propuesta puede tomar la forma de confirmación, negación, comparación, validación, chequeo, descripción, cuantificación, entre otras posibilidades.

“El tipo de estiramiento que mostró la probeta xxx fue totalmente anómalo en razón de que la estructura molecular del material tenía irregularidades del tipo” ¿es posible afirmar lo anterior a partir de lo realizado en la experiencia?

Enfoque de las conclusiones

En la elaboración de las conclusiones de deberá considerar 4 aspectos fundamentales:

Análisis comparativo entre los resultados experimentales	Este análisis implica comparar y comentar los resultados obtenidos en la experiencia entre las distintas muestras o condiciones experimentales llevadas a cabo. Por ejemplo, como fue el comportamiento del material A con respecto al material B, C o D. También puede significar el comparar los resultados de la condición experimental X con la condición Y.
Análisis comparativo con información o resultados de la literatura técnica	Este análisis implica comparar y comentar los resultados obtenidos en la experiencia con aquellos que la literatura técnica especializada presenta para los mismos materiales ensayados, u otros de similar naturaleza. Esto implica la revisión de literatura destacada o referente, catálogos técnicos, publicaciones especializadas, etc.
Análisis de las teorías o modelos base sobre los cuales se sustenta el experimento realizado	Este análisis significa comentar los resultados obtenidos en relación a las teorías y modelos sobre los cuales se sustenta la experiencia realizada. Se puede establecer el rango de validez de una teoría, el grado de certeza o proximidad de un modelo respecto de los datos y resultados obtenidos, en que caso un modelo sería más recomendable que otro, o en que condiciones se valida una metodología de medición, etc.
Aporte personal del alumno	Se espera que el alumno haga algún tipo de comentario o aporte bajo una mirada analítica personal. Es relevante que el alumno desarrollo la capacidad de análisis técnico crítico sobre los eventos y fenómenos experimentales que tenga a la vista o bajo su observación.

8. **Apéndice:** en este punto se debe poner todos los antecedentes previos a la realización de la experiencia y que, por consecuencia, la sustentan. En este punto se detalla, preferentemente, todos los antecedentes teóricos de la experiencia desarrollada.

Anexo 1. PAUTA DE EVALUACIÓN

Nota por cada informe

ITEM	PUNTOS
<i>Resumen, objetivos</i>	0,2
<i>Características técnicas de equipos e instrumentos</i>	0,3
<i>Metodología experimental</i>	1,0
<i>Presentación de datos</i>	0,5
<i>Presentación de resultados</i>	0,5
<i>Conclusiones</i>	
<i>Análisis comparativo de resultados</i>	0,5
<i>Análisis respecto de literatura técnica</i>	0,5
<i>Análisis de teorías y modelos</i>	0,5
<i>Aporte personal</i>	0,5
<i>Apéndice</i>	0,5
Presentación: edición, orden, redacción, ortografía y formato	1,0
Punto base	1,0
TOTAL	7,0

Anexo 2. FORMATO

Todo informe de laboratorio debe considerar el uso de la [tapa](#) debidamente completada con la información de la experiencia desarrollada. La cual puede obtenerse desde la página web:

<https://www.dimec.usach.cl/laboratorios/>, sección: “Documentos”.

El documento debe ser desarrollado en un tamaño carta (27,9 x 21,6 cm). A continuación se indicará el formato que debe tener el documento exceptuando la tapa previamente mencionada.

Los márgenes para el texto del documento deben ser:

- Margen izquierdo: 4 centímetros.
- Margen derecho, superior e inferior: 2,5 centímetros.

La escritura debe realizarse utilizando un tipo de fuente Arial tamaño 10 para todo el texto, con un interlineado de 1,5. El idioma debe ser español, utilizando las palabras reconocidas por la [RAE](#), cualquier palabra de un idioma diferente puede utilizarse dejándola en cursiva.

La estructura del documento debe considerar además de los contenidos mencionados en la sección “*Estructura del informe*” los índices de los contenidos, de tablas y de figuras, y la bibliografía, por lo tanto la paginación será la siguiente:

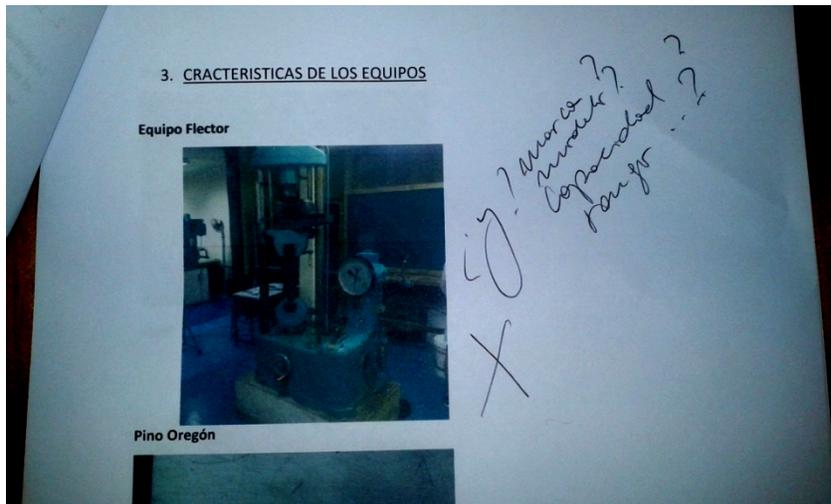
- Preliminares: Considera los índices de contenido, de tablas y de figuras. La paginación debe utilizar números romanos en minúscula: i,ii,iv,v,etc.
- Cuerpo del informe: Considera los apartados Resumen, objetivos, Características técnicas de equipos e instrumentos, Metodología experimental, Presentación de datos, Presentación de resultados, Conclusiones y la Bibliografía. En este caso la paginación debe usar números arábigos.
- Cada apéndice se enumeran con letras mayúsculas del alfabeto español y la paginación debe considerar la letra del apéndice y números arábigos. Ej: Apéndice A, páginas: A-1, A-2, ..., A-10. Apéndice B, páginas: B-1, B-2, ..., B-10, etc.

El formato de las citas y el listado de referencias debe realizarse en uno de los siguientes formatos reconocidos por la Universidad de Santiago:

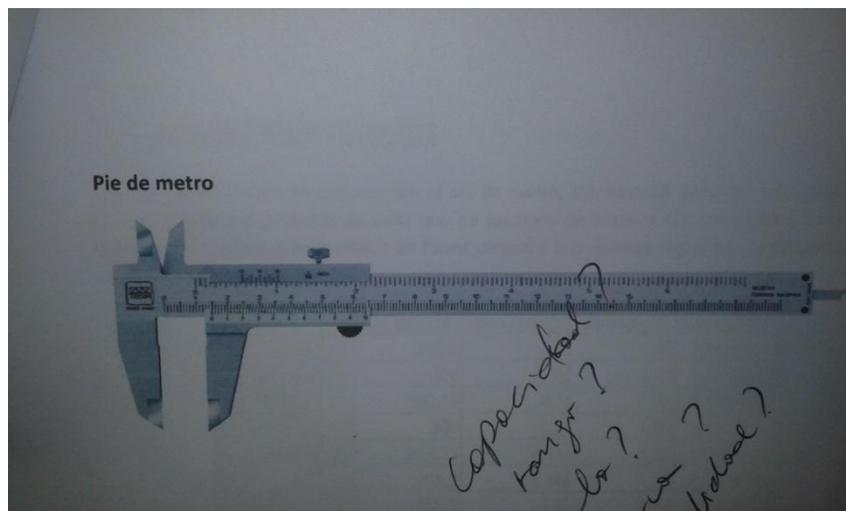
- [Formato APA, sexta edición \(tercera en español\), publicada en 2013.](#)
- [Formato ISO 690:2010, tercera edición.](#)

Anexo 2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS ERRONEA

Comentario: No hay ningún detalle, especificación ni característica del equipo utilizado en la experiencia.



Comentario: No hay ningún detalle, especificación ni característica del instrumental utilizado en la experiencia.



Anexo 3. METODOLOGÍA - EJEMPLO

Procedimiento: DETERMINACIÓN DEL GRAMAJE EN PAPELES Y CARTONES (Extracto de lo especificado en NCh 654 of 97)

Calibración/ajuste de equipos

Revisión de la balanza

- *Comprobar la precisión de medición del equipo de pesaje de acuerdo a revisiones periódicas, aplicando masas patrones, aumentando y también disminuyendo la carga.*
- *Los efectos de fricción deben ser mínimos, y la indicación de cero debe ser ajustada, para alcanzar la precisión requerida al pesar.*

Revisión del equipo de corte.

- *Asegurar que el área de la probeta cortada (en 20 probetas), con la plantilla de corte establecida, logra la precisión de corte con una desviación estándar menor a 0,25 % del área media.*

Muestreo

- *Obtener la muestra de papel o cartón de acuerdo a Nch 265*
- *Después de acondicionar cada muestra, extraer un número suficiente de cortes representativos de la muestra, para un área total por cada unidad de ensayo mayor o igual a 5000 cm² (800 in²). En el caso de usar un troquel de corte, se recomienda una dimensión mínima para la probeta de 20,0 x 25,0 cm (8 x 10 in).*
- *En el caso del papel, extraer las hojas que conformarán la probeta de ensayo sacando un número de hojas que permita la precisión de peso requerida (el área de cada probeta de ensayo debe ser al menos de 500 cm²).*

Acondicionamiento

- *Someter las probetas de ensayo al acondicionamiento y a las pruebas en una atmósfera de acuerdo a Nch 2387, a menos que se requiera efectuar las pruebas para determinar el gramaje al momento de la recepción.*
- *Debido al alto grado de precisión de este trabajo, la absorción y desorción de humedad tiene efectos importantes, por lo tanto, someta las probetas a un preacondicionamiento, de tal manera que se acerquen al contenido de humedad de equilibrio progresivamente desde el estado seco.*

Procedimiento

- *Determinar el área de cada probeta con un error menor a 0,3 %, o medir las dimensiones de cada probeta con un error menor a 0,2 %*
- *Pesar cada probeta con un error menor a 0,25 %.*

Cálculo del gramaje

- Calcular el gramaje de la probeta mediante la siguiente fórmula:

$$G = \frac{M}{A}$$

donde:

M: masa de la probeta

A: área de la probeta

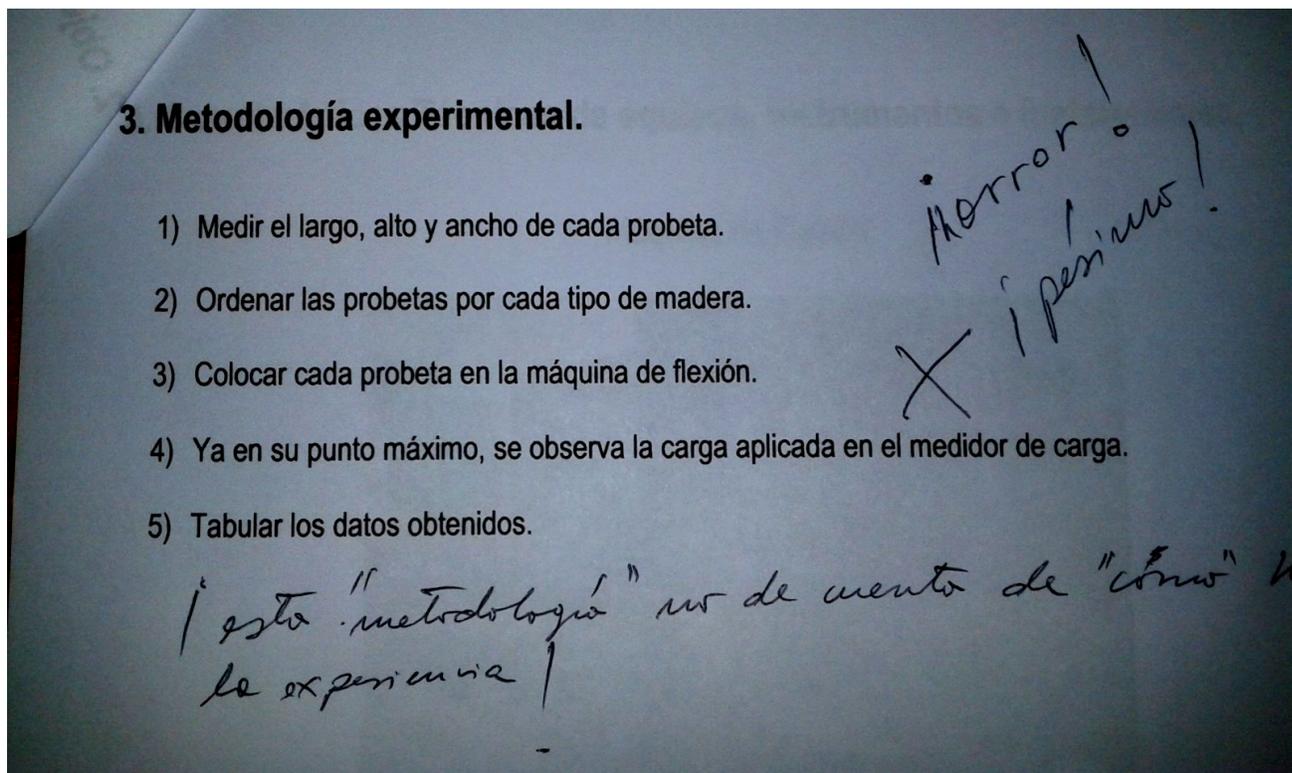
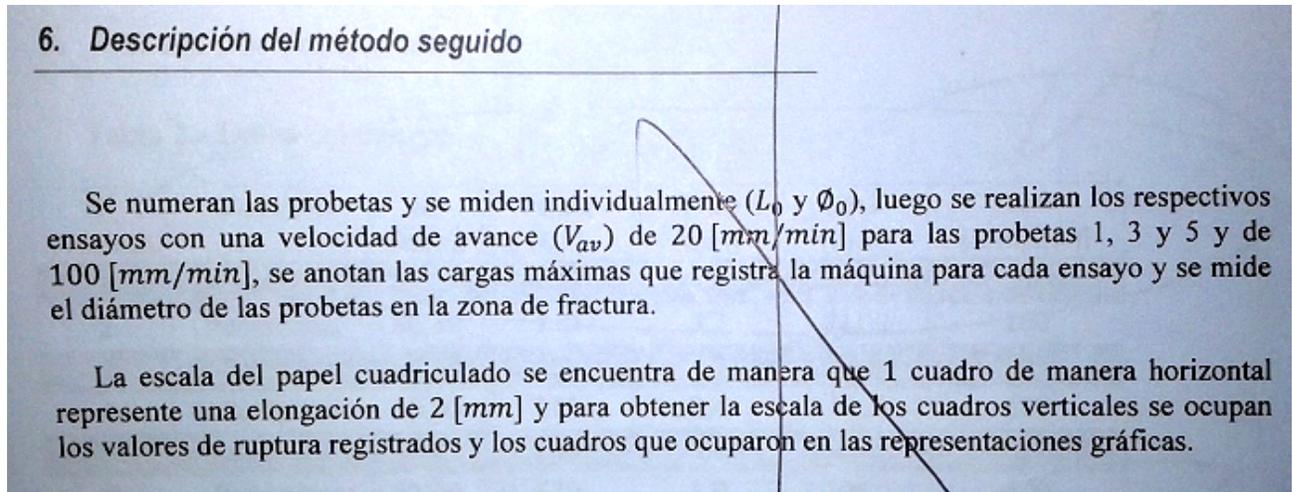
- Calcular el promedio y la desviación estándar de los resultados obtenidos para cada probeta, y expréselo en g/m^2 , con tres dígitos significativos.
- Calcular el gramaje a partir de los valores obtenidos de un mínimo de cinco probetas representativas de la muestra. No obstante lo anterior, el número y tamaño de las probetas que representan una muestra debe ser tal que la suma de sus áreas no puede ser menor que 5000 cm^2

Informe

- Informar el gramaje promedio en g/m^2 , hasta tres dígitos significativos para cada unidad o muestra de ensayo.
- En el caso que las unidades de ensayo hayan sido tomadas de distintas posiciones o trayectorias a lo largo de un rollo, hoja o corte, y se requiera información acerca de variaciones de gramaje, informar del promedio para cada posición separadamente.
- El promedio calculado se puede convertir a las siguientes unidades: $lb/1000ft^2$ (lb: libras, ft^2 : pié cuadrado), de acuerdo a los factores de conversión dados en Nch 2388.
- En el caso que el área total de una unidad de ensayo sea menor que el área especificada, declare el área real ensayada.
- Informar los detalles de las condiciones específicas de muestreo, acondicionamiento y ensayo, así como también las características de la muestra ensayada.

EJEMPLOS de MÉTODOLOGÍAS ERRÓNEAS

Comentario: Estas descripciones no dan cuenta ni detalles, incluso mínimos, como para guiar una ejecución del ensayo, sólo a partir de las instrucciones acá contenidas.



Anexo 4. PRESENTACIÓN DE DATOS ERRÓNEOS

Comentario: En esta tabla, por ejemplo, faltó la denominación de parámetros. No aparece qué es L ? P_{max} , ... $L+\delta$, V_{av} ???. Lo mismo para P_{max} , P_{rup} , ... ϵ_{max} , no están definidos.

7. Presentación de resultados

Tabla 2.- Datos del ensayo.

N° Probeta	Material	L [mm]	P_{max} [kgf]	Φ_{rup} [mm]	$L+\delta$ [mm]	V_{av} [mm/min]
1	Poliétileno	50,75	200	4,0	302,0	20
2	Poliétileno	50,30	210	3,7	321,0	100
3	Polipropileno	50,40	290	8,5	53,6	20
4	Polipropileno	50,00	315	9,4	51,3	100
5	Poliámida	50,25	565	5,2	169,5	20
6	Poliámida	52,00	630	5,0	206,9	100

Tabla 3.- Propiedades calculadas por probeta.

N°	Material	P_{max} [kgf]	P_{rup} [kgf]	σ_{rup} [kgf/cm ²]	P_{pp} [kgf]	σ_{pp} [kgf/cm ²]	W [kgf-cm]	E [kgf/cm ²]	ϵ_{max} [%]
1	PE	200	99,0	315,1	181,50	238,2	3240,21	1590,9	495,07
2	PE	210	122,1	420,2	122,10	157,0	3672,83	1039,3	538,17
3	PP	290	198,0	296,6	231,00	291,2	387,41	1667,8	6,35
4	PP	315	277,2	375,5	247,50	312,0	435,89	1444,4	2,60
5	PA	565	561,0	1373,6	395,99	525,2	8196,39	3298,9	237,31
6	PA	630	640,2	1630,2	320,09	403,5	11265,57	2622,9	297,88

Comentario: En esta tabla, por ejemplo, faltó el título y la denominación de parámetros. No aparece qué es I , E_m , E_c , V_r , V_m . Etc.???. Las cifras significativas y cantidad de decimales de V_m y V_r no están ajustadas.

Presentación De Los Resultados

Tabla con valores calculados y resultados finales:

Madera

probeta	I (cm ⁴)	E_m (kgf/mm ²)
1	25952,0625	576,042848
2	26353,376	567,270774
3	26227,8837	569,984988

Madera reforzada

Probeta	I (cm ⁴)	E_c (kgf/mm ²)	V_m	V_r	E_r (kgf/mm ²)
1	66463,6781	757,805434	0,8627451	0,1372549	1931,38873
2	61144,5705	680,477214	0,86454183	0,13545817	1378,56758
3	69718,1333	785,25716	0,84615385	0,15384615	1963,12704
4	64973,1204	505,562632	0,87209302	0,12790698	58,7237607

Cifras significativas?

Comentario: Los resultados deben presentarse tabulados. No desarrollar cálculos.

• Esfuerzo cortante de proporcionalidad

Probeta BL1:

$$\frac{2 \times 4140}{\pi \times (2.55)^3} = 158.949 \quad (\text{N/mm}^2)$$

Probeta BL2:

$$\frac{2 \times 5350}{\pi \times (2.55)^3} = 205.406 \quad (\text{N/mm}^2)$$

Probeta BL 3:

$$\frac{2 \times 6590}{\pi \times (2.5)^3} = 253.014 \quad (\text{N/mm}^2)$$

*No cálculos
→ Hechos!*

Anexo 5. CONCLUSIONES ERRÓNEAS

Comentario: De todo este capítulo de “Análisis y Conclusiones”, muy poco o nada es realmente una conclusión. Son sólo comentarios diversos relacionados con la teoría, principio físico y utilidad de la técnica de la fotoelasticidad.

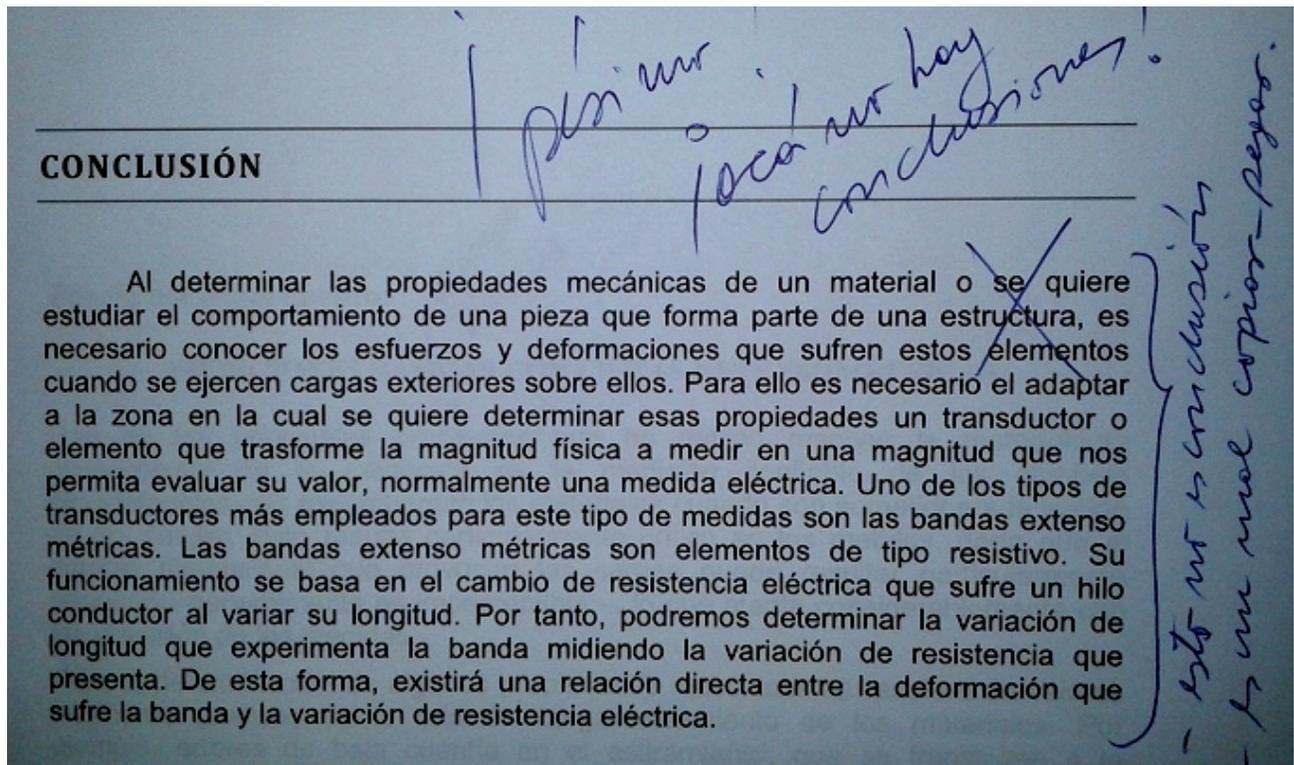
7) Análisis y conclusiones:

Podemos decir que la fotoelasticidad, la cual implica la utilización de rayos luminosos polarizados y técnicas ópticas para el estudio de los esfuerzos en los cuerpos elásticos, ofrece que al interpretar de manera correcta el patrón de las franjas de colores, se puede determinar una correcta distribución de los esfuerzos ejercidos sobre un material, determinando también los sectores en donde hay “sobre-esfuerzos” y “bajos-esfuerzos”.
Con esto, se puede llevar a cabo un mejor diseño de la pieza, para que cumpla su función de buena manera sin llegar al colapso, ya que se tendría estudiado en qué lugar están los mayores esfuerzos y así estarán las medidas preventivas necesarias.

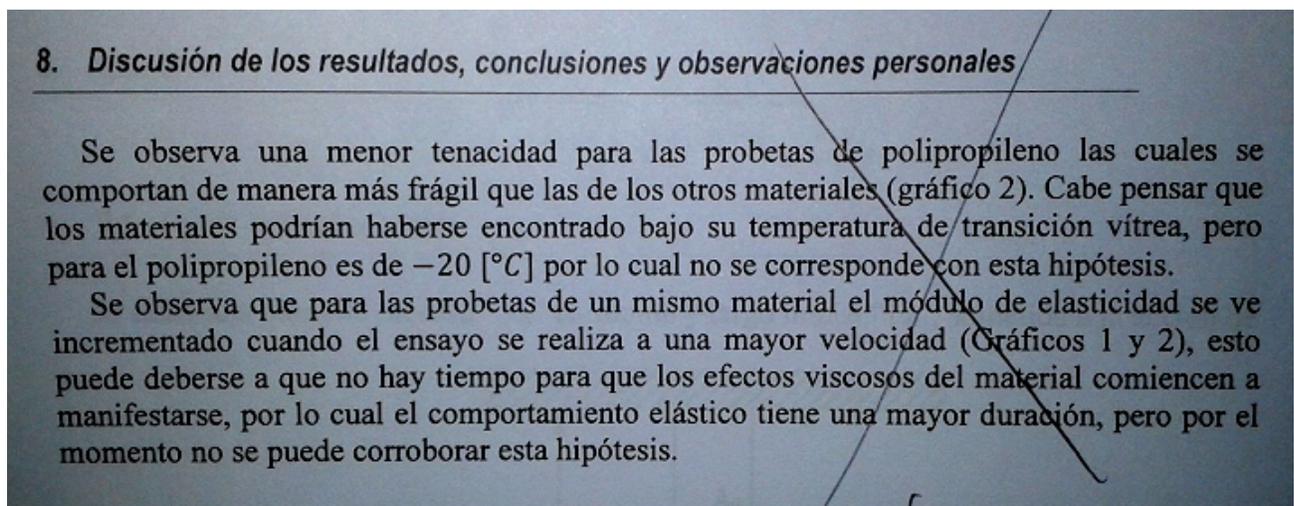
Los materiales ideales para ser expuestos a la fotoelasticidad deben ser de poliéster o poliuretano, los que deben tener un gran módulo de elasticidad y buena respuesta fotoelástica a diferentes esfuerzos aplicados.
Si el material no es capaz de reflejar la luz polarizada como por ejemplo los metales, entonces estos deben ser cubiertos con una resina birrefringente, con la cual se podrá observar el comportamiento del material a través de la fotoelasticidad.
La birrefringencia o doble refracción es una propiedad que consiste en descomponer un haz de luz en dos componentes ortogonales y transmitirlos a diferentes velocidades, como si el material tuviera dos índices de refracción distintos.

Por lo demás, con este estudio también es posible obtener el factor o coeficiente de concentración de tensiones, el cuál es uno de los factores utilizados para poder calcular de manera óptima el factor de seguridad que se empleará en el diseño de la pieza o estructura requerida.

Comentario: De todo este capítulo de “Análisis y Conclusiones”, muy poco o nada es realmente una conclusión. Son sólo comentarios diversos relacionados con sensores y transductores.



Comentario: Las conclusiones se sustentan en datos no medidos y en observaciones no realizadas. En este caso particular, por ejemplo, en la experiencia no se realizó una medición de temperatura para determinar la condición de “transición vítrea” del polímero.



Comentario: De todo este capítulo de “Análisis y Conclusiones”, muy poco es realmente una conclusión. Hay ideas, pero mal redactadas. Hay variedad de comentarios diversos relacionados con la teoría, principio físico y utilidad de la técnica de las cintas extensométricas. Hay faltas de ortografía reiterada en el informe. Hay redacción “informal” en el texto.

Conclusiones

Esta experiencia permite medir deformaciones que son imperceptible al ojo humano, por lo tanto imposibles de medir con instrumentos básicos como pie de metro, huincha o alguno otro de este tipo.

Las cintas extenso métricas sirven para medir esas deformaciones imperceptibles al captar la variación de la resistencia de un conductor o un semi-conductor cuando es sometido a un esfuerzo mecánico.

Con estas deformaciones se calculó el Módulo Elástico de las dos probetas de Aluminio, que pese a que eran diferentes en sus dimensiones y en las magnitudes de cargas a las cuales fueron sometidas, notar de acuerdo a los resultados que el Módulo Elástico calculado permaneció casi constante con lo que se puede concluir en este caso que al ser sometida una barra a un esfuerzo de flexión con diferentes cargas, su módulo elástico permanece constante, es por eso que en tablas los módulos de elasticidad son el reflejo de una carga por unidad de área.

Podemos observar que la carga aplicada es directamente proporcional con la deformación, la cual aumenta siempre en forma progresiva según a la carga que se le aplique. Por otra parte se puede apreciar que al desarrollar el cálculo para determinar el módulo de Elasticidad éste será independiente ya que se mantendrá casi constante cuando la carga sea aplicada.

Se puede apreciar al calcular el módulo de elasticidad de la probeta 2 que este se mantiene constante igual a 7×10^5 kgf/mm², con esto podemos decir que para cada material existe un módulo de Elasticidad determinado.

El módulo de Poisson que corresponde a la razón entre la elongación longitudinal y la deformación transversal es una constante que para la mayoría de los metales se encuentra en un rango de 0 a 0,5, para nuestra experiencia nuestros cálculos anduvieron dentro de este rango.

hay una idea para la relación

mala redacción

¡obvio!

¿y?

Comentario: Hay ideas generales pero que no están desarrolladas. Hay descuadre de edición: márgenes, sangría, espacios entre líneas.

CONCLUSIONES

← A continuación se realizarán conclusiones pertinentes a la experiencia realizada.

← Se observa en cada una de las probetas un pequeño aumento en el diámetro y longitud posterior al ensayo. Si bien el ensayo no es de deformación longitudinal, la deformación está presente en el mismo, por eso es que se percibe este leve aumento en la longitud y el diámetro. *¿aumento?*

← El Material que se mostró más resistente, con mayor tensión de proporcionalidad y ruptura fue la probeta n°5 de acero. *¿aumento?*

← El Material que más energía absorbió antes de la ruptura fue la probeta n°1 de Latón, mientras que la que menos absorbió fue la probeta n°4.

← Respecto de la velocidad de giro se puede decir que, si bien con el Latón, se reduce el momento torsor de ruptura a medida que ésta avanza, no sucede así con el acero. Esto podría deberse al comportamiento anómalo que tuvieron algunas de las probetas durante el ensayo, pero de igual forma, en base a los resultados no se puede concluir con exactitud. Se aclara, que el tono dubitante de la anterior conclusión tiene motivo en el desconocimiento de la conformación del material como así también en su correcto mecanizado.

← Si se puede concluir que el tiempo de ruptura va disminuyendo a medida que la velocidad aumenta. *¡¡¡ismo!*

Por último se concluye que tal ensayo ~~no~~ arroja suficiente información como para poder dimensionar con seguridad la pieza que se esté buscando.

Conclusiones generales:

El acero tiene un módulo de rigidez mayor que el del latón al momento de ejercerle un torque.

Al analizar el comportamiento de los materiales como el acero y el latón podemos concluir que el latón es un material mucho más elástico y se refleja en el tiempo en que se demora para quebrarse que el acero al momento de aplicarle un torque debido a la estructura de dicho material. *¿mucho? ¿aumento?*

Podemos concluir que el esfuerzo cortante máximo al que está sometido el acero es mayor que el esfuerzo cortante máximo al que está sometido el latón.

Observamos que el esfuerzo cortante máximo del acero y del latón son muy idénticos a los cortantes promedios obtenidos. *?*

*¡ hay buenas ideas pero mal desarrolladas!
→ "edición" sobre: márgenes, sangría, espacios entre líneas, ...*

Universidad de Santiago de Chile - Dimec

5. CONCLUSIONES

Luego de realizado el experimento en las probetas de sección cilíndrica maciza y de haber generado los análisis de la información entregada en dicho experimento, es posible realizar una conclusión del comportamiento de las probetas al encontrarse sometidas a un momento torsor determinado.

Los Gráficos de momento Torsor vs. ángulo de torsión. Denota el comportamiento del material frente al Momento Torsor (M_t). En dicha gráfica, es posible apreciar lo que se denomina como zona elástica, zona plástica y por último el punto de ruptura de la probeta. Pero, a pesar de ello, nos es posible analizar un hecho en particular, su comportamiento es relativamente parecido en cuanto a gráfica se refiere. Es decir, la línea del gráfico en ambos casos es muy similar. Con esto nos entrega un comportamiento característico de los metales frente a un Momento Torsor (M_t).

del
Dentro de nuestro análisis, otro punto importante a tratar es la resistencia de las probetas al esfuerzo torsor. El acero, por su parte, demuestra que es un material más duro, el cual se resiste más a los efectos de los momentos torsores de la máquina y con un límite de elasticidad menor al del Latón. Este último posee una mayor elasticidad que el acero, siendo esto comprobados con más del doble de datos obtenidos en el experimento antes de llegar a su ruptura. Además, en el caso del acero resiste menos al fenómeno de torsión que el latón y esto debido a que es un material mucho más rígido y tenaz que el latón, por ende podemos concluir que el acero tiene un mayor esfuerzo admisible y al corte máximo, que el latón, esto se demuestra en que el acero es un material inflexible que necesita mayor esfuerzo para ser doblado. *se puede*

↑
¡ mucho texto y el final nada concreto ni concluyente!

↑
¡ acá hay un cóctel de conceptos erróneamente mezclados!

7. Conclusiones.

Se puede decir que el comportamiento a la flexión de las maderas no solo depende de las carga aplicada como en otros materiales, se trata de un material anisótropo lo cual hace que su comportamiento dentro de una misma especie de madera demuestre a nivel experimental distintos comportamientos a la flexión, como se puede verificar con los resultados obtenidos para cada una de las especies ensayadas.

En relación a lo anterior se pudo verificar con el ensayo que para una misma especie sus tres probetas dieron como resultado tres carga de proporcionalidad distintas a que la madera en conformación no es un material homogéneo dado que puede tener algún tipo de variaciones y discontinuidades (nudo).

También la resistencia a la flexión de la madera depende si la carga aplicada es paralela o perpendicular a la fibra de la madera.

¡pobre! ¡muy pobre!

- ¿qué pasa con los valores obtenidos?
- ¿cómo son comparativamente entre especies los valores obtenidos?
- ¿los valores obtenidos concuerdan con lo que entrega la literatura?
- ¿la variabilidad de los valores es aceptable?
- etc.

¿y?
?

6. CONCLUSIONES

Hay tantos tipos de maderas como especies de árboles, por lo que hay que escoger la adecuada según los requerimientos que solicita alguna actividad. Es por esto que se hace necesario encontrar y verificar las propiedades mecánicas de este material, para separarlo según su resistencia a esfuerzos mecánicos.

- está la idea.
- falta "resistencia"

Según los resultados se puede verificar, exactamente como en la experiencia, que el eucalipto es más resistente que los otros tipos de madera analizados. No sólo por su carga máxima, sino que también tiene una mayor elasticidad ($E = 736937,5 \frac{kgf}{cm^2}$). ← valor erróneo!

- hay una idea pero básicamente trabajada!

En segundo lugar se encuentra el Raulí, que con un módulo de elasticidad de aproximadamente $606000 \frac{kgf}{cm^2}$ puede soportar altos esfuerzos sin fracturarse y así volver a su estado inicial. Por contrario (e interesante), en comparación con el pino Oregón, esta probeta tiene una tensión máxima menor. Esto se debe a su módulo de inercia ($I_{Rauli} > I_{Oregón}$). Por lo que el Raulí puede ser más resistente posicionado o confeccionado de otra forma, para así reducir su inercia y contribuir a una mayor capacidad de esfuerzo.

! Por una razón!

A modo de observación, las maderas que más rápido se fracturaron, fueron también las que se fracturaron en forma "pareja" (pinos), mientras que las que resistieron una carga mayor (Raulí y Eucalipto) se fracturaron lentamente y desgarrándose, observándose como eran separadas las fibras de la madera. Lo anterior se debe al tiempo de crecimiento del árbol. Los pinos tienden a crecer más rápido que, por ejemplo, el Eucalipto, y esto queda registrado en la madera a través de sus anillos de crecimiento.

! Se puede asegurar esto a partir de los resultados en la experiencia?

! conclusiones muy pobres!

- confunde conceptos: módulo de elasticidad \neq resistencia
- ¿qué dice el estado de la técnica sobre los valores obtenidos?
- ortografía bien, redacción pobre!