

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**FABRICACIÓN DE MAQUETAS DIDÁCTICAS PARA EL LABORATORIO DE
METROLOGÍA**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
MECÁNICA INDUSTRIAL.

Alumnos:

Leandro Rebolledo Bravo

Profesor Guía:

Ing. Pablo Duque Ramírez

2020

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres Sergio y Doris:

Los cuales, con mucho esfuerzo y sacrificio, hicieron posible esta oportunidad de ingresar a la enseñanza superior y poder cumplir con unos de mis objetivos, de estudiar esta carrera, quienes fueron los que con gran esmero día a día estuvieron junto a mí en cada etapa de este desafío. Junto a toda mi familia, especialmente a mis padrinos, prima, abuelos y tío, que me brindaron su apoyo incondicional.

Y también a los profesores del departamento de Mecánica de la sede José Miguel Carrera, especialmente a:

- José Carvallo Basáez. Por su gran labor profesional y ser mi jefe de carrera.
- Pablo Duque Ramírez, De quien siempre tuve su apoyo y quien fue mi profesor guía.
- Cristian Rojas y German Ayala, unos grandes profesores.

Mis agradecimientos y muchas bendiciones para todos ellos.

Leandro.

RESUMEN

El objetivo de la presente memoria es identificar todas aquellas actividades realizadas en los laboratorios de metrología de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), Sede José Miguel Carrera, en la que se desarrollan las habilidades prácticas y teóricas de los estudiantes, donde se identificaron áreas en las cuales se encontraron falencias por la falta de material para el uso práctico y también la falta de instrumentos de medición, ya que anualmente por estas instalaciones llegan a pasar un aproximado de 250 alumnos, teniendo como gran limitación la capacidad máxima de este, lo que significa que los cursos se tienen que dividir en grupos para que todos los estudiantes puedan pasar por sus instalaciones.

En el primer capítulo, se identificaron las actividades que se realizan en el laboratorio, encontrando falencias ya sea de material de apoyo para las clases teóricas, falta de instrumentos, ya sea que algunos no se encuentran en las condiciones o no hay la cantidad necesaria para que todos los estudiantes cuenten con uno propio para el desarrollo de las actividades.

En el segundo capítulo se propusieron las actividades con las que se abarcaría en totalidad los planes de estudio y de esta manera se suplieron las falencias que se encontraba en el laboratorio, también se identificaron la cantidades de instrumentos necesarios para que los estudiantes puedan desarrollar las actividades que se cubrieron, también se identificó el material adecuado con el cual se deben construir los ejes que se utilizan en las actividades, los costos que se asocian a estos y las dimensiones que tienen cada elemento mecánico.

En el tercer capítulo se encuentran las pautas de trabajo para los estudiantes, con las cuales se les evalúa y también practican, las actividades cubiertas y también el programa de la asignatura de metrología donde se obtuvieron los diferentes métodos de aprendizaje, también se realizaron recomendaciones para la fabricación de estos elementos y su base que los portara.

ÍNDICE

Dedicatoria	2
RESUMEN	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA.....	9
SIGLAS	9
SIMBOLOGÍA	9
INTRODUCCIÓN.....	10
OBJETIVO GENERAL:	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	11
CAPÍTULO 1: IDENTIFICACIÓN las actividades que se deben realizar en el taller de acuerdo con el plan de asignaturas	12
PROBLEMATICA.....	13
Experiencias Posibles de realizar en el laboratorio de metrología	13
Listado de instrumentos que se encuentran en el laboratorio	15
Cantidad de instrumentos necesarios por actividad	17
Indicadores	18
Cantidad de Instrumentos Disponibles por alumno:	19
Tabla de cantidad de instrumentos críticos	20
Actividades No cubiertas.....	20
Instrumentos que son necesarios para la actividad.....	21

Instrumentos Faltantes para las Actividades.....	22
Listado de instrumentos necesarios para tener el stock optimo	24
Para esto es necesario que se compren la siguiente cantidad de instrumentos:	27
CAPÍTULO 2: Proponer actividades faltantes de acuerdo con los planes de estudios identificando los instrumentos necesarios para dar cumplimiento a lo propuesto en ello...	30
Introducción al capítulo	31
Propuesta de actividades para completar	31
Planos	32
Elección del Material	33
Comparación de aceros (SAE 1020 y SAE 1045)	34
Cubicación del material	34
Tablas con las dimensiones de cada elemento mecánico a fabricar:.....	35
Cotización de materiales	36
Cotización Aceros	37
Cotización Rodamientos.....	38
Instrumentos necesarios para desarrollar las actividades.....	38
Proceso de Templado y Pavonado	39
Base de elementos mecánicos.....	39
CAPÍTULO 3: Elaborar pautas de trabajo necesarias para dar cumplimiento con las actividades, mediante diferentes técnicas de aprendizaje que se implementaran en el laboratorio.....	41
Programa de metrología.....	43
Descripción de la asignatura:.....	43
Contribución al perfil de egreso	44
Resultados del aprendizaje	45
Competencias que se esperan en el aprendizaje	46
Contenido que se medirán en las pautas de trabajo:	46
La pauta que se utilizaran junto a las maquetas didácticas sera la siguiente :	46

Recomendaciones de Fabricación.....	48
Cálculo de RPM:	50
Recomendaciones para la fabricación de las bases porta eje.	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	58
Linkografía.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 ANILLOS CALIBRADOS	14
ILUSTRACIÓN 2 STOCK MICRÓMETROS.....	18
ILUSTRACIÓN 3 BASE MAGNÉTICA.....	21
ILUSTRACIÓN 4 SOPORTE BASE MAGNÉTICA.....	21
ILUSTRACIÓN 5 MICRÓMETRO 0-25MM.....	21
ILUSTRACIÓN 6 RELOJ COMPARADOR	21
ILUSTRACIÓN 7 PIE DE METRO	22
ILUSTRACIÓN 8 KIT INSIZE	23
ILUSTRACIÓN 9 EJE ESCALONADO EXCÉNTRICO	32
ILUSTRACIÓN 10 EJE ESCALONADO	33
ILUSTRACIÓN 11 COTIZACIÓN ACEROS	37
ILUSTRACIÓN 12 COTIZACIÓN RODAMIENTOS.....	38
ILUSTRACIÓN 13 BASE PORTA EJE	40
ILUSTRACIÓN 14 PAUTA DE TRABAJO.....	47
ILUSTRACIÓN 15 PAUTA DE TRABAJO.....	48
ILUSTRACIÓN 16 SIERRA DE BANDA	49
ILUSTRACIÓN 17 TORNO	50
ILUSTRACIÓN 18 TORNO	51
ILUSTRACIÓN 19 ELEMENTOS PAVONADOS	51
ILUSTRACIÓN 20 REFERENCIA OXICORTE	53
ILUSTRACIÓN 21 FRESA	53
ILUSTRACIÓN 22 ESMERIL ANGULAR.....	54
ILUSTRACIÓN 23 SOLDADURA	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 LISTADO DE INSTRUMENTOS	16
TABLA 2 LISTADO INSTRUMENTOS KIT INSIZE	16
TABLA 3 INSTRUMENTOS CRITICOS	20
TABLA 4 LISTADO DE INSTRUMENTOS NECESARIOS	26
TABLA 5 LISTADO DE INSTRUMENTOS QUE SE TIENE QUE COMPRAR.....	28
TABLA 6 COMPARATIVA DE ACEROS	34
TABLA 7 MEDIDAS EJE ESCALONADO	35
TABLA 8 MEDIDAS EJE EXCÉNTRICO	36
TABLA 9 CALCULO DE COSTOS ACEROS.....	36
TABLA 10 CALCULO DE COSTOS RODAMIENTO	36
TABLA 11CALCULO DEL TOTAL	36

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

RPM : Revoluciones por minuto

SAE : Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotores)

ASTM : American Society Testing and Materials (Sociedad Americana para pruebas y materiales)

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María

SIMBOLOGÍA

π : pi (equivalente a 3.14)

V_c : Velocidad de corte

n : Revoluciones por minuto (RPM)

Ø : Diámetro

INTRODUCCIÓN

Las mediciones mecánicas son una de las bases en el proceso de máquinas herramientas y mantenimiento, debido a que sin esta rama de la mecánica no sería posible obtener las medidas, tolerancias y acabados superficiales que se buscan interpretar en los planos de fabricación o despiece, debido a la falta de material didáctico en el laboratorio de metrología de la universidad las actividades practicas no se pueden desarrollar con normalidad, tomando en cuenta que este laboratorio esta con un mobiliario para máximo 15 alumnos y que por pasan aproximadamente 250 alumnos por año estos se tiene que dividir en un aproximado de 17 grupos los cuales tienen la posibilidad de realizar cerca de 8 experiencias diferentes, pero pasando con la dificultad de la inexistencia de material suficiente para todos, ya sean algunos instrumentos de medición, piezas para realizar medición de excentricidad, conicidad, ajuste y tolerancia, entro otras actividades, también se encuentran elementos sin planos, los que no permiten realizar control dimensional, dificultando la facilidad de revisión por parte del profesor, otro gran problema es la falta de instrumentos, dejando como única opción que los estudiantes tengan que compartir los instrumentos para realizar la labor lo que merma la calidad de la educación recibida, para esto se analizara el laboratorio con lo cual se vera la cantidad de instrumentos existentes en este, planificando un stock mínimo de estos con lo cual se lograra cuantificar la cantidad de instrumentos necesarios para suplir el stock necesario, también la planificación de elementos mecánicos para actividades de los alumnos con los cuales tendrán el aprendizaje de medición de excentricidad, medición de ejes, diámetros, longitudes, rugosidad ,etc. Para esto fue necesario plantear las actividades desarrolladas, las que necesitaban un elemento para que se pueda realizar o dejar alguno con plano y medidas para que la labor docente sea más eficiente y de mayor calidad, también se entregan costos asociados a este trabajo y recomendaciones de fabricación para poder realizar los 60 elementos mecánicos y sus bases.

OBJETIVO GENERAL:

Proponer maquetas asociadas a las actividades que se realizan en los laboratorios de metrología identificando las actividades que se desarrollan en este laboratorio para complementar las actividades docentes realizadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Identificar las actividades que se deberían realizar en el taller de acuerdo con el plan de asignaturas, reconociendo las falencias existentes.

Proponer actividades faltantes de acuerdo con los planes de estudio identificando instrumentos necesarios para dar cumplimiento a lo propuesto en ellos.

Elaborar pautas de trabajo necesarias para dar a cumplir con las actividades, mediante diferentes técnicas de aprendizaje que se implementaran en el laboratorio.

**CAPÍTULO 1: IDENTIFICAIÓN LAS ACTIVIDADES QUE SE DEBEN REALIZAR
EN EL TALLER DE ACUERDO CON EL PLAN DE ASIGNATURAS**

PROBLEMÁTICA.

En el laboratorio de metrología de la universidad técnica Federico Santa María sede José Miguel Carrera, el cual cuenta con una capacidad máxima de 15 estudiantes, limitante que da el mobiliario existente y el diseño de esta aula se encuentra con un déficit de material para realizar ciertas actividades prácticas junto con la falta de instrumentos que se encuentra ya que hay algunos que no se encuentran en las óptimas condiciones para ser utilizados por los alumnos.

En el presente capítulo se darán a conocer las actividades existentes en el laboratorio, las que no se implementan ya que estas no están cubiertas por falta de material didáctico o el existente es el inadecuado y no se encuentra estandarizado, también la cantidad necesaria para poder desarrollar estas sin ninguna dificultad y el alcance que tendrá esta intervención en el laboratorio.

EXPERIENCIAS POSIBLES DE REALIZAR EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA

En este lugar se pueden desarrollar una gran variedad de actividades docentes para evaluar el aprendizaje de los estudiantes complementado lo aprendido en las clases teóricas, estas son completamente prácticas y mediante el uso de instrumentos de medición existentes en el laboratorio y debidamente evaluadas por los docentes que las imparten.

La mayoría de las actividades desarrolladas se complementan con elementos mecánicos existentes en el taller, aunque la mayoría de ellos no se encuentran normalizados o no tienen una identificación con sus medidas reales ni su calidad superficial, lo que dificulta la revisión por parte de los docentes, como también existen algunos kits estandarizados con los cuales su uso ayuda en gran cantidad el aprendizaje de los estudiantes y la calidad de educación entregada a ellos.



Ilustración 1 anillos calibrados

Fuente: fotografía propia

En las posibles actividades que se pueden desarrollar encontramos

- Medición de diámetros y longitud (Piezas se encuentran sin planos de sus dimensiones)
- Identificación de roscas en ejes, ya sea exteriores o interiores (Piezas se encuentran sin planos de sus dimensiones)
- Medición de conicidad (Piezas se encuentran sin planos de sus dimensiones)
- Excentricidad
- Medición de perforaciones interiores (Piezas se encuentran sin planos de sus dimensiones)
- Rugosidad/calidad superficial
- Ángulos en elementos mecánicos (Piezas se encuentran sin planos de sus dimensiones)
- Medición de ruedas dentadas (Piezas se encuentran sin planos de sus dimensiones)

**LISTADO DE INSTRUMENTOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL
LABORATORIO**

Instrumentos	Cantidad
Base magnética	1
Base soporte reloj comparador	3
Calibre pasa no pasa	3
Calibre diámetro exterior	3
Calibre de roscas	9
Calibre de agujeros	1
Calibre telescópico	2
Comparador de caratula	11
Dentímetro	4
Goniómetro	3
kit de mediciones 5013-W (Insize)	10
Micrómetros exteriores 0-25	11
Micrómetros exteriores 25-50	10
Micrómetros exteriores 50-75	4
Micrómetros exteriores 75-100	9
Micrómetros exteriores 0-1"	10
Micrómetros exteriores 1-2"	5
Micrómetros exteriores 2-3"	4
Micrómetros interiores 5-30 mm	4
Micrómetro de platillo 0-25	5
Micrómetro de platillo 25-50	1
Micrómetro de Roscas 25-50	1
Mini Procesador	1
Nivel de burbujas de precisión	1

Patrones	2
Pie de metro	5
Prensas sobre mesa	2
prensas/soporte para instrumentos	6
Profundímetro	3
Reloj comparador	1
Webber Gage	1
Rugosímetro	1

Tabla 1 Listado de instrumentos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y estudios del laboratorio

Kit mediciones Insize	
Contenido	Cantidad
Pie de metro digital	1
Micrómetro (0 a 25 mm)	1
Reloj comparador	1
Base magnética	1
Soporte reloj comparador	1
Goniómetro	1
Cuenta hilos	1
Lainas	1
Comparador de radios	1
Regla	1
Rayador	1
Accesorio reloj comparador	2
Calibre micrómetro	1
Escuadra de precisión	1

Tabla 2 Listado instrumentos Kit Insize

Fuente: Elaboración propia en base a datos y estudios del laboratorio

CANTIDAD DE INSTRUMENTOS NECESARIOS POR ACTIVIDAD

- Medición de diámetros y longitud (32 elementos para realizar la actividad) (15 instrumentos necesarios) por cada actividad se necesita un instrumento de medición
- Identificación de roscas en ejes, ya sea exteriores o interiores (4 elementos para realizar la actividad) (4 instrumentos necesarios) por cada actividad se necesita un instrumento de medición
- Medición de conicidad interiores (0 elementos estandarizados para realizar la actividad) (5 elementos para realizar la actividad) (5 instrumentos necesarios) por cada actividad se necesita un instrumento de medición y sus accesorios necesarios para realizar la actividad
- Excentricidad (1 elementos para realizar la actividad) (1 instrumentos necesarios) por cada actividad se necesita un instrumento de medición
- Medición de perforaciones interiores (7 elementos para realizar la actividad) (7 instrumentos necesarios) por cada actividad se necesita un instrumento de medición
- Rugosidad/calidad superficial (28 elementos para realizar actividad) por cada actividad se necesita un instrumento de medición que es el único que se encuentra en el laboratorio
- Ángulos en elementos mecánicos (39 elementos para realizar la actividad) (15 instrumentos necesarios) por cada actividad se necesita un instrumento de medición
- Medición de ruedas dentadas (10 elementos para realizar la actividad) (10 instrumentos necesarios) por cada actividad se necesita tres instrumentos de medición (micrómetro de platillos, pie de metro y goniómetro)



Ilustración 2 stock micrómetros

Fuente: fotografía propia

INDICADORES

Teniendo en cuenta que el laboratorio está diseñado y pensado para un máximo de 15 alumnos se debería tener una cantidad mínima de instrumentos para poder desarrollar actividades de la mejor manera posible y que los alumnos puedan desarrollar actividades completamente individuales. Por lo que los instrumentos críticos o los más utilizados deberían mantener un stock mínimo de 15 los cuales deben encontrarse en óptimas condiciones y bien calibrados.

CANTIDAD DE INSTRUMENTOS DISPONIBLES POR ALUMNO:

- Base magnética se encuentra una por cada 15 alumnos
- Base soporte reloj comparador se encuentra una por cada 5 alumnos
- Calibre pasa no pasa se encuentra uno por cada 5 alumnos
- Calibre diámetro exterior se encuentra uno por cada 5 alumnos
- Calibre de Roscas se encuentra uno por cada 1.67 alumnos
- Calibre de agujeros se encuentra uno por cada 15 alumnos
- Calibre telescópico se encuentra uno por cada 7.5 alumnos
- Comparador de caratula / Reloj comparador se encuentra uno por cada 1.25 alumnos
- Dentímetro se encuentra uno por cada 3.75 alumnos
- Goniómetro se encuentra uno por cada 5 alumnos
- Kit de mediciones 5013-W (Insize) se encuentra uno por cada 1.5 alumnos
- Micrómetros exteriores 0-25 se encuentra 1.36 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros exteriores 25-50 se encuentran 1.5 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros exteriores 50-75 se encuentran 3.75 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros exteriores 75-100 se encuentran 1.6 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros exteriores 0-1" se encuentran 1.5 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros exteriores 1-2" se encuentran 3 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros exteriores 2-3" se encuentran 3.75 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros interiores 5-30 se encuentran 3.75 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros de platillo 0-25 se encuentran 3 instrumentos por cada alumno
- Micrómetros de platillo 25-50 se encuentran uno por cada 15 alumnos
- Micrómetro de roscas 25-50 se encuentran uno por cada 15 alumnos
- Mini Procesador se encuentra uno por cada 15 alumnos
- Nivel de burbujas de precisión se encuentra uno por cada 15 alumnos
- Pie de metro se encuentra uno por cada 3 alumnos
- Prensas / Soporte para instrumentos se encuentra una por cada 2.5 alumnos
- Profundímetro se encuentra una por cada 5 alumnos

- Webber gage se encuentra uno por cada 15 alumnos
- Rugosímetro se encuentra uno por cada 15 alumnos

TABLA DE CANTIDAD DE INSTRUMENTOS CRÍTICOS

(no contabilizando los instrumentos que están dentro del Kit de mediciones 5013-W marca Insize).

Instrumentos críticos	Cantidad	Cantidad mínima	Faltantes para cumplir requerimiento
Base magnética	1	15	14
Base magnética soporte reloj comparador	3	15	12
Comparador de caratula /reloj comparador	12	15	3
Dentímetro	4	15	11
Goniómetro	3	15	12
Pie de metro	5	15	10
Micrómetro de exteriores	70	15	0

Tabla 3 Instrumentos críticos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y estudios del laboratorio

ACTIVIDADES NO CUBIERTAS

En las aulas se describen y enseñan una gran cantidad de contenidos los que se deben poner en práctica en el laboratorio para que los estudiantes puedan complementar su aprendizaje, pero esto no se puede realizar en su totalidad debido a que hay una mínima cantidad de actividades que no se encuentran cubiertas o no lo están en su totalidad lo merma la calidad de la educación entregada y dificulta la labor de los docentes.

- Ajuste y tolerancia dimensional (eje y agujero).
- Conicidad (conos morse, estandarizados)
- Excentricidad en ejes

INSTRUMENTOS QUE SON NECESARIOS PARA LA ACTIVIDAD

- Pie de metro (15 o más dependiendo el estado)
- Micrómetro (15 o más dependiendo el estado)
- Base magnética (10 del kit de mediciones Insize)
- Reloj comparador (10 del kit de mediciones Insize)



Ilustración 3 Base magnética



Ilustración 4 Soporte base Magnética



Ilustración 6 Reloj comparador



Ilustración 5 Micrómetro 0-25mm



Ilustración 7 Pie de metro

Fuente: fotografías propias

INSTRUMENTOS FALTANTES PARA LAS ACTIVIDADES.

Como se pudo apreciar en la tabla adjunta anteriormente (tabla de instrumentos críticos) en el laboratorio tenemos una cantidad de instrumentos que son críticos en este, por los cuales se dificulta el aprendizaje por parte de los alumnos, ya que en ocasiones estos tienen que compartirlos, irse turnando para poder realizar la actividad o desarrollarlas en conjunto lo cual no es bueno para tener un óptimo aprendizaje ya que todas las actividades están pensadas para ser desarrolladas de manera individual y no colectiva.

Entre ellas podemos destacar algunos instrumentos y accesorios de estos en los cuales tenemos un déficit

- Base para montar ejes y base magnética para mover el reloj comparador a lo largo de su longitud y medir conicidad
- Reloj comparador (solo hay uno sin contar los disponibles del kit Insize)
- Bases magnéticas (solo hay uno sin contar los disponibles del kit Insize)
- Goniómetro
- Pie de metro (Sin contar los disponibles del kit Insize)



Ilustración 8 Kit Insize

Fuente: fotografía propia

LISTADO DE INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA TENER EL STOCK OPTIMO

Para que el laboratorio se encuentre en óptimas condiciones y que los alumnos puedan realizar sus actividades en él es necesario que se compren algunos instrumentos para poder cumplir con la cantidad mínima y que cada estudiante pueda contar con un instrumento propio al momento de realizar alguna actividad practica y de esta manera su aprendizaje sea mayor y se asemeje en lo mayor posible a la realidad que se encontrara cuando salga al campo laboral.

Tomando en consideración que se tienen la siguiente cantidad de instrumentos: (estos divididos a sea por rangos y si son análogos o digitales)

Micrómetro	
Rango	Cantidad
Exteriores	
0-25	11
25-50	10
50-75	4
75-100	9
0-1"	10
1-2"	5
2-3"	4
Interiores	
5-30mm	4
platillo	
0-25mm	5
25-50mm	1
Roscas	
25-50mm	1
Profundidad	
0-1"	1

Pie de metro	
Rango	Cantidad
Análogo	
0-150	5

0-200	5
Digital	
0-150	4
0-200	5
0-300	1

Goniómetro	
Tipo	Cantidad
Análogo	3
Nivel de Burbujas	
Precisión	
Tipo	Cantidad
Análogo	1
Dentímetro	
Tipo	Cantidad
Digital	3
Análogo	1
Profundímetro	
Tipo	Cantidad
Análogo	3
Rugosímetro	
Tipo	Cantidad
Digital	1

calibre	
Tipo	Cantidad
pasa no pasa	3
Diámetro exterior	3
Diámetro interior	2
roscas	9
agujero	1

Reloj comparador	
Análogo/Digital	Cantidad
Análogo	1
Comparador de caratula	
Digital	4
Análogo	7

Bases Reloj comparado / Comparador de caratula	
Nombre	Cantidad
Magnética	1
Soporte Comparador	3

Kit de mediciones 5013-W marca Insize	
Cantidad	10

Kit mediciones Insize 5013-W	
Contenido	cantidad
Pie de metro digital	1
Micrómetro (0 a 25 mm)	1
Reloj comparador	1
Base magnética	1
Soporte reloj comparador	1
Goniómetro	1
Cuenta hilos	1
Lainas	1
Comparador de radios	1
Regla	1
Punta de trazar	1
Accesorio reloj comparador	2
Calibre micrómetro	1
Escuadra de precisión	1

Tabla 4 Listado de Instrumentos necesarios

Fuente: Elaboración propia en base a datos y estudios del laboratorio

Para esto es necesario que se compren la siguiente cantidad de instrumentos:
(con lo que se completaría un stock mínimo y óptimo para el aprendizaje de los estudiantes)

Pie de metro	
Rango	Cantidad
Análogo	
0-150	10
0-200	10
Digital	
0-150	11
0-200	10
0-300	14

Micrómetro	
Rango	Cantidad
Exteriores	
0-25	4
25-50	5
50-75	11
75-100	6
0-1"	5
1-2"	10
2-3"	11
Interiores	
5-30mm	11
patillo	
0-25mm	10
25-50mm	14
Roscas	
25-50mm	1
Profundidad	
0-1"	14

Reloj comparador	
Análogo/Digital	Cantidad
Análogo	14
Comparador de caratula	
Digital	11
Análogo	8

Bases Reloj comparado / Comparador de caratula	
Nombre	cantidad
Magnética	14
Soporte Comparador	12

Goniómetro	
Tipo	Cantidad
Análogo	12
Nivel de Burbujas Precisión	
Tipo	Cantidad
Análogo	14
Dentímetro	
Tipo	Cantidad
Digital	12
Análogo	14
Profundímetro	
Tipo	Cantidad
Análogo	12
Rugosímetro	
Tipo	Cantidad
Digital	14

Calibre	
Tipo	Cantidad
Pasa no pasa	12
Diámetro exterior	12
Diámetro interior	13
Roscas	11
Agujero	14

Kit de mediciones 5013-W marca Insize	
Cantidad	5

Tabla 5 Listado de instrumentos que se tiene que comprar

Fuente: Elaboración propia en base a datos y estudios del laboratorio

En resumen, se necesitan todos estos instrumentos para poder tener el laboratorio en las condiciones ideales para que cada alumno cuente con uno al momento de realizar las actividades prácticas, pero si se cuenta con un bajo presupuesto esto se puede suplir con la compra de los Kit de mediciones 5013-W marca Insize ya que estos cuentan con algunos de los instrumentos necesarios para las actividades prácticas, aunque no es recomendable su pie de metro ya que este es digital y se busca que los estudiantes logren utilizar de buena manera el análogo.

**CAPÍTULO 2: PROPONER ACTIVIDADES FALTANTES DE ACUERDO CON
LOS PLANES DE ESTUDIOS IDENTIFICANDO LOS INSTRUMENTOS
NECESARIOS PARA DAR CUMPLIMIENTO A LO PROPUESTO EN ELLO**

INTRODUCCIÓN AL CAPITULO

Como se apreció con anterioridad en el laboratorio se encuentra con un déficit de algunas actividades por lo cual se identificaron las actividades faltantes y se seleccionaron las más críticas y necesarias para poder obtener un buen aprendizaje dentro del aula, lo cual conlleva a la planificar de algunos elementos mecánicos con los cuales se desarrollarán las dichas actividades, obteniendo como resultado la planificación de 30 elementos mecánicos nuevos, de los cuales se tienen que identificar el material necesario para la fabricación de estos, los costos asociados a está, dimensiones y planos necesarios para poder llevar a cabo el objetivo. También se cuantificaran los instrumentos necesarios para llevar a cabo las actividades que complementaran el laboratorio.

En el presente capítulo se darán a conocer las dimensiones y formas que tendrán los elementos mecánicos que complementaran las actividades del laboratorio, junto a ello sus planos, tablas con las dimensiones de cada elemento ya que se crearan una totalidad de 30 distintos (15 ejes escalonados y 15 ejes excéntricos) con los cuales en el siguiente capítulo se darán a conocer las actividades planificadas y que se podrán desarrollar con ellos, como todo elemento que se debe mecanizar también se tiene que seleccionar el material adecuado para estos, la cantidad de material necesaria y los costos asociados a todo el trabajo que se tiene que realizar para cumplir con las expectativas.

PROPUESTA DE ACTIVIDADES PARA COMPLETAR

En el laboratorio se encuentran actividades no cubiertas por lo cual estas se tienen que complementar con material didáctico e instrumentos de medición por lo cual se tienen que planificar actividades en las cuales se cumplan los requerimientos del curso y la actividad. Para la excentricidad de ejes se propone la fabricación de ejes con diferentes excentricidades en el cual los alumnos mediante el uso de reloj comparador podrán determinar la excentricidad de está, para cumplir con esto se crearan 15 ejes distintos cada uno con diferentes medidas en sus secciones, pero que estas sean similares entre sí para que en algunos casos a simple vista no se diferencien tan fácilmente, todos estos tendrán la misma longitud y ciertas medidas establecidas para tener un estándar entre ellos.

PLANOS

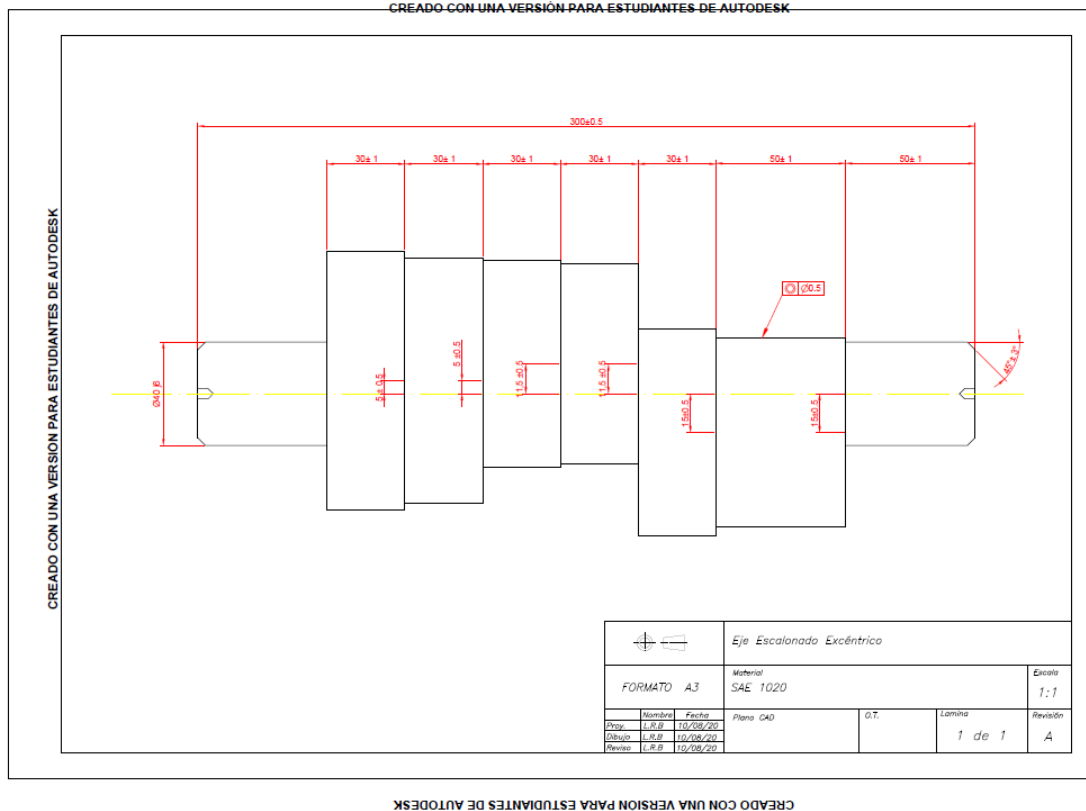


Ilustración 9 Eje Escalonado Excéntrico

Fuente: Fotografía Propia

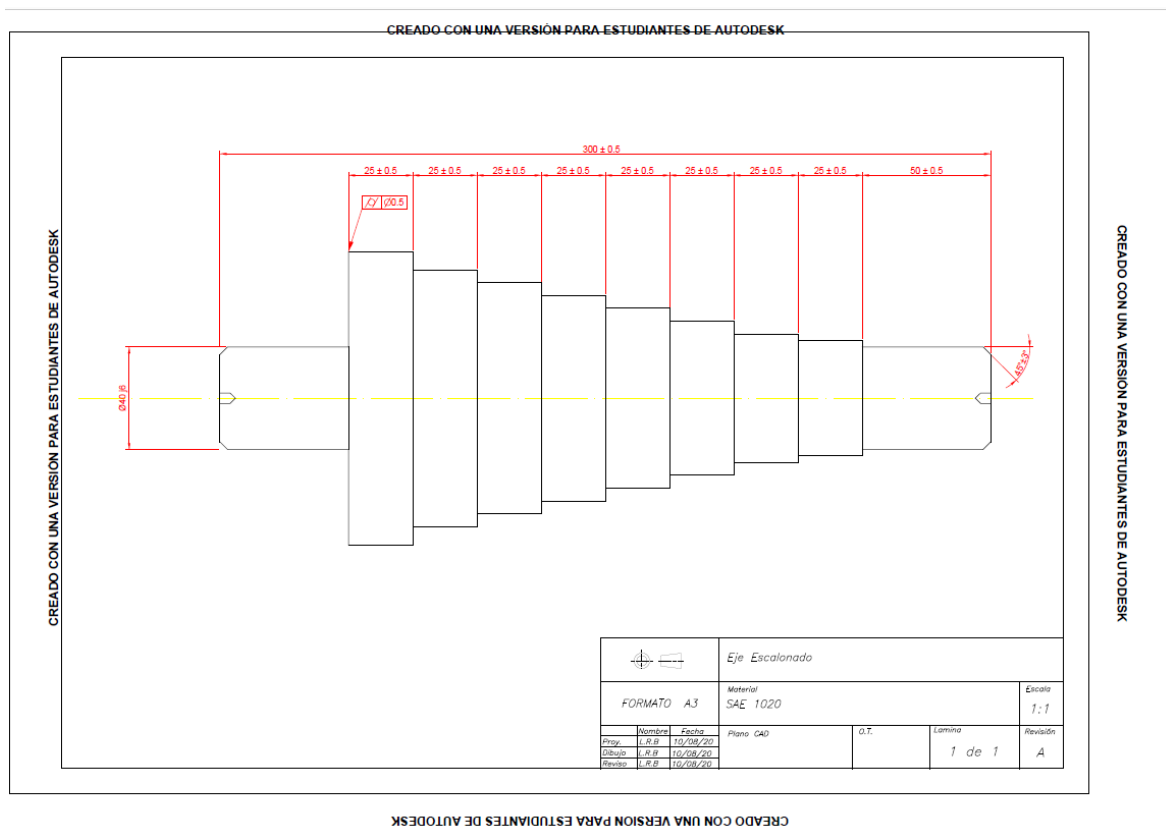


Ilustración 10 Eje Escalonado

Fuente: Fotografía Propia

ELECCIÓN DEL MATERIAL

Para poder complementar las actividades no cubiertas en la universidad es necesario la planificación y fabricación de los elementos complementarios, para esto se tienen que analizar en cierta manera los costos de los insumos para lograr el objetivo, la calidad del material y su tipo.

Para ello se tiene que ver con un acero de bajo o mediano contenido de carbono, ya que estos elementos no serán sometidos a cargas de flexión o transmisión de movimientos, por lo cual no se necesita una gran resistencia del material y a su vez una buena maquinabilidad para poder mecanizarlo sin una gran complejidad y esfuerzos por parte del mecánico

Otro punto que se tiene que considerar para la elección de este material son los costos que esto va a significar para la universidad debido a que es una gran cantidad de elementos que se están planificados para su fabricación.

COMPARACIÓN DE ACEROS (SAE 1020 Y SAE 1045)

Los aceros que cumplen con los requerimientos para el uso establecido en estos ejes son los siguientes:

Tabla de aceros		
Propiedades mecánicas	SAE 1020	SAE 1045
Dureza (HB)	110-130	170-190
Esfuerzo a la Fluencia (min) (Kg/mm ²)	27	40
Esfuerzo a la tracción (Kg/mm ²)	40-45	63-73
Elongación (min) (%)	25	15
Porcentaje de carbono (%)	0,18-0,23	0,43-0,50

Tabla 6 Comparativa de aceros

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en internet

Seleccionando el SAE 1020 por tener un menor costo (ya que el SAE 1045 sale aproximadamente \$1105135 pesos IVA incluido más que el SAE 1020) y cumplir con las características buscadas para el uso que le daremos a los elementos mecánicos para el laboratorio.

CUBICACIÓN DEL MATERIAL

Para la fabricación de los 30 elementos necesarios para complementar las actividades en las que existe déficit, es necesario calcular la cantidad de material que se necesita comprar para poder fabricar en su totalidad los elementos. Para esto es necesario realizar la cubicación
Datos:

- Longitud de elementos: 300mm
- Cantidad de elementos: 30
- Diámetro del material: 4 ½"
- Longitud de las barras comerciales: 6000mm

Para poder obtener la cantidad necesaria se utilizará la siguiente formula.

Longitud necesaria= 9000mm

Longitud real= 10500mm

Por lo cual comercialmente se necesitarían comprar 2 barras de acero SAE 1020 de 4 ½” de diámetro.

Tablas con las dimensiones de cada elemento mecánico a fabricar:

(Todas las medidas entregadas se encuentran en milímetros)

Tabla de medidas eje escalonado									
Numero de escalón		sección							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Eje N°	1	114	105	95	85	75	65	55	45
	2	113,5	104,5	94,5	84,5	74,5	64,5	54,5	44,8
	3	113	104	94	84	74	64	54	44,4
	4	112,5	103,5	93,5	83,5	73,5	63,5	53,5	44
	5	112	103	93	83	73	63	53	43,8
	6	113,5	102,5	92,5	82,5	72,5	62,5	52,5	43,4
	7	113	102	92	82	72	62	52	43
	8	112,5	101,5	91,5	81,5	71,5	61,5	51,5	42,8
	9	112	101	91	81	71	61	51	42,4
	10	111,5	100,5	90,5	80,5	70,5	60,5	50,5	42
	11	111	100	90	80	70	60	50	41,8
	12	110,5	99,5	89,5	79,5	69,5	59,5	49,5	41,6
	13	110	99	89	79	69	59	49	41
	14	109,5	98,5	88,5	78,5	68,5	58,5	48,5	40,8
	15	109	98	88	78	68	58	48	40,4

Tabla 7 Medidas eje escalonado

Tabla de medidas eje excéntrico							
Numero de escalón		sección					
		A	B	C	D	E	F
desviación del eje (mm)		5	5	11,5	11,5	15	15
Eje N°	1	100	95	80	77	80	73
	2	99,8	94,75	79,9	76,5	79,55	72,5
	3	99,6	94,5	79,8	76	79,1	72
	4	99,4	94,25	79,7	75,5	78,65	71,5
	5	99,2	94	79,6	75	78,2	71
	6	99	93,75	79,5	74,5	77,75	70,5
	7	98,8	93,5	79,4	74	77,3	70
	8	98,6	93,25	79,3	73,5	76,85	69,5
	9	98,4	93	79,2	73	76,4	69
	10	98,2	92,75	79,1	72,5	75,95	68,5
	11	98	92,5	79	72	75,5	68
	12	97,8	92,25	78,9	71,5	75,05	67,5

13	97,6	92	78,8	71	74,6	67
14	97,4	91,75	78,7	70,5	74,15	66,5
15	97,2	91,5	78,6	70	73,7	66

Tabla 8 medidas eje excéntrico

Se crearán diferentes tipos de ejes, todos diferentes unos a otros para que de esta manera los alumnos no se puedan intercambiar los resultados en las actividades o evaluaciones desarrolladas con estos elementos y también para poder obtener mayor aprendizaje en el aula.

COTIZACIÓN DE MATERIALES

Para la fabricación de los elementos mecánicos y su base donde se montarán se cotizaron los materiales necesarios para poder desarrollarlos:

Detallado de los valores en los materiales

Producto	Descripción	CANTIDAD	VALOR UNTARIO
Acero SAE 1020	Barra 6000mm	2	\$ 370.118
Plancha ASTM a36	5x1500x3000	1	\$ 98.640
Plancha ASTM a36	25x2000x6000	1	\$ 1.334.400
total, neto			\$ 2.173.276
IVA			\$ 412.922
total			\$ 2.586.198

Tabla 9 Calculo de costos aceros

Rodamientos	
Cantidad	60
Valor unitario	\$ 16.701
Total, neto	\$ 1.002.060
IVA	\$ 190.391
Total	\$ 1.192.451

Tabla 10 Calculo de costos rodamiento

Aceros	\$ 2.586.198
Rodamientos	\$ 1.192.451
TOTAL	\$ 3.778.650

Tabla 11 Calculo del total

Cotización Aceros

Srs.:
UNIV.TEC.FDCO.STA.MARIA
 Rut: 81668700-4
 AVDA.LOS PLACERES 401 VALPARAISO VALPARAISO Chile
Atencion Sr(a): Eric Soto Agurto

COTIZACION Nro. 23055049

Fecha: 13.07.2020

Nro. Pedido Cliente:

Moneda: CLP

Nos es grato cotizar lo siguiente:

Item	Cod.	Descripcion	Cant.	Un. Med.	Valor Unitario	Total	Plazo de Entrega
10	37	BARRA REDO SAE 1020 114,3MM (4-1/2") Largo de venta de barra mm : 6.000 mm	3	UN		1.110.354	3 Dias
20	110160	PLANCHA LAM CAL 5X1500X3000MM	180	KG	548	98.640	3 Dias
30	25706	PL GRUESA ASTM A36 25X2000x6000MM L/V Pieza PL Entera; 1/2 PL; 1/4 PL; Rem : L Servicios: Entrega directa sin corte	1	UN	1.334.400	1.334.400	3 Dias
Neto Cotizado						2.543.394	
Flete						150.000	
Total Neto						2.693.394	
IVA						511.745	
Total Cotizado						3.205.139	

Observaciones

- * Validez Oferta: Desde el 13.07.2020 hasta el 20.07.2020
- * Condiciones de Pago: Crédito 30 Dias
- * Todos los materiales estan sujetos a venta previa
- * Valores unitarios son netos y no incluyen I.V.A.

Atentamente,

Paola Maria Paz Salazar Palma
 Vendedor Telefono
psalazar@kupfer.cl
 Teléfono: 32-2677681

Ofertas que tenemos para usted


OFERTA ESPECIAL KIT 50 UN MASCARILLA 3 PLIEGUES
\$10.698 c/ IVA
 Cod.SAP: 66828



Tensores HG-228 de 1/4" a 1-1/2" desde
\$5.500 c/ IVA
 Cod.SAP: A61



Eslinga Ratchet 9mt 3 ton.
\$7.800 c/ IVA



EQUIPO PLASMA MODELO TOMAHAWK 1025

La orden de compra debe ser emitida a nombre de Kupfer Hnos. S.A. Rut: 90.844.000-5.

La Cotización, que ya fuere aprobada y firmada, tendrá igual valor que una Orden de Compra para el aceptante, produciendolos efectos propios de esta.

Kupfer Villa del Mar Fono: 32-2677681 Fax: Villa del Mar Chile

Sucursales: Iquique - Antofagasta - Calama - Copiap - La Serena - Vina del Mar - Santiago - Diez de Julio - Rancagua - Talca - Concepcin -

Los ngeles - Temuco - Valdivia - Puerto Montt - Castro - Punta Arenas.

Ilustración 11 Cotización Aceros

Fuente: Fotografía propia cotización web

Cotización Rodamientos

Estimado Gonzalo

\$16.701 Más iva cada uno marca SKF

Atte.

*José Barcos Jara.
Jefe de Suc. Valparaíso
Celular: +56 9 9100 4009*



Ilustración 12 Cotización Rodamientos

Fuente: Fotografía propia cotización web

Sumando en total entre los materiales cotizados (aceros y rodamientos) un total de
\$3.778.650 pesos IVA incluido

INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES

Para las actividades didácticas desarrolladas es necesario la utilización de algunos instrumentos de los cuales es indispensable tenerlos en óptimas condiciones en el laboratorio y con la disponibilidad para la totalidad de los alumnos, ya que con esto se complementará de la mejor manera con el material dando una gran posibilidad de que los estudiantes puedan ampliar y facilitar su aprendizaje de manera practica y completen lo aprendido en las aulas de clase de manera teórica.

Para esto es necesario contar con los siguientes instrumentos y accesorios de estos

- Pie de metro
- Micrómetro
- Reloj comparador / Comparador de caratula
- Base magnética
- Soporte reloj comparador

Como fue mencionada en el capítulo anterior no se cuentan con la cantidad de instrumentos y accesorios para todos los alumnos en este momento por lo cual hay un gran déficit, el cual se debería solucionar para poder llevar a cabo las actividades.

PROCESO DE TEMPLADO Y PAVONADO

Con estos 2 procesos térmicos que se explican a continuación se lograra proteger y que el material didáctico logre mantenerse a lo largo del tiempo y el uso dado en el laboratorio.

“Temple: Se emplea para incrementar la dureza de las aleaciones de hierro. Se realiza calentando la pieza entre 30 y 50 grados Celsius por encima de la temperatura crítica superior y enfriando el metal de manera rápida, ya sea en agua, aceite o salmuera.” **(Duque Ramirez, 2019)**

“Pavonado: Procedimiento de calentar las piezas hasta el orden de los 400°C, para ello es necesario limpiar bien las piezas de suciedad y oxidación, cubrirlos con una solución del 15-25% de asfalto o barniz de aceite de gasolina, para luego introducir al horno en temperaturas que rondan entre los 350 y 400°C por 10 a 12 minutos hasta obtener el acabado en la pieza a tratar.” **(Duque Ramirez, 2019)**

BASE DE ELEMENTOS MECÁNICOS

Para que los elementos mecánicos puedan almacenarse y utilizarse de una mejor manera se les creara una base metálica, en la cual estos estarán montados, lo cual facilitara el uso de estos para poder instalarle un reloj comparador y medir su excentricidad, también de esta manera se podrá minimizar el error humano al tomar las medidas con los instrumentos, otro beneficio que nos entregan estas bases es que simulan un eje montado en alguna máquina-

herramienta o conjunto mecánico lo cual ayuda a que los estudiantes se comiencen a familiarizarse con aspectos que con el tiempo serán cotidianos para ellos.

La construcción de estas bases será a la medida de los elementos mecánicos y a la vez estos irán montados en rodamientos para facilitar su giro en caso de que se requiera, serán metálicas para que de esta manera se pueda instalar sin la necesidad de ningún elemento adicional una base magnética para reloj comparador y de esta manera se puedan medir los elementos mecánicos a inspeccionar por parte de los estudiantes.

Para poder tener todos los elementos mecánicos en un buen estado y que los estudiantes los usen como fueron pensado se tiene que fabricar en total 30 bases metálicas en las cuales se montaran los 15 ejes excéntricos y los 15 ejes escalonados, todas las bases tendrán similares dimensiones por lo cual es posible intercambiarlas entre sí en caso de que algunos de estos elementos no cuenten con alguna de ellas.

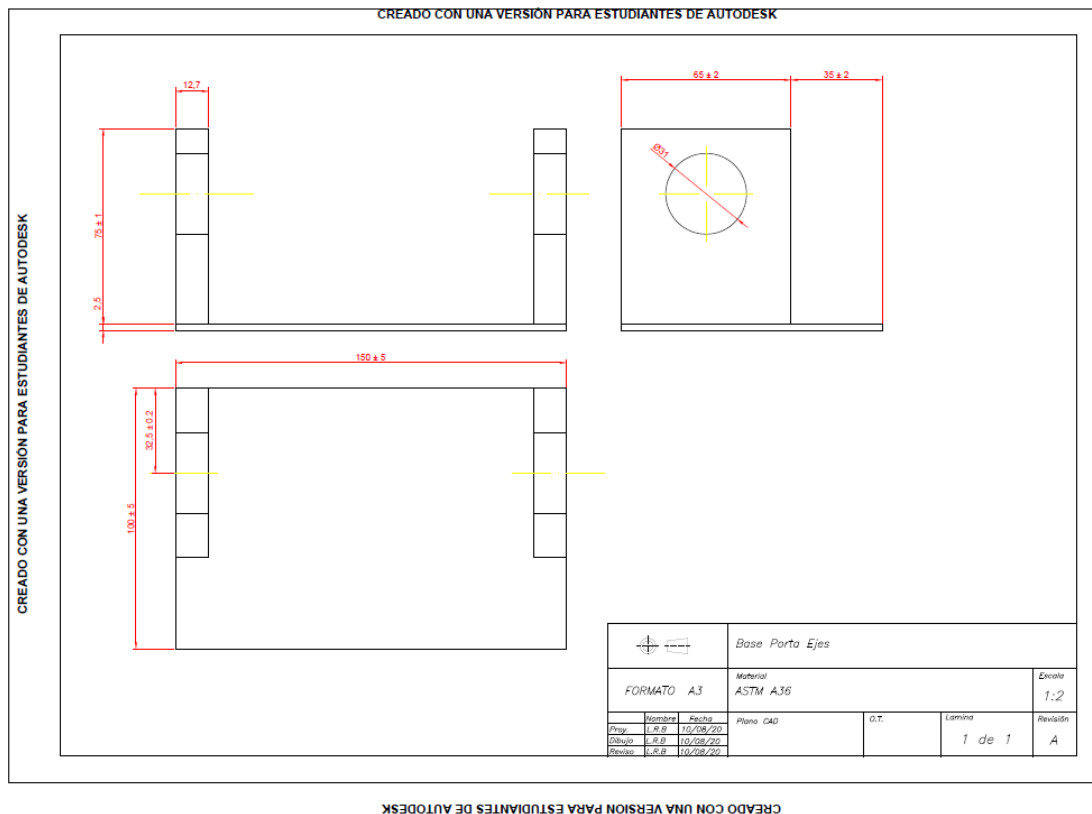


Ilustración 13 Base Porta Eje

Fuente: Fotografía Propia

CAPÍTULO 3: ELABORAR PAUTAS DE TRABAJO NECESARIAS PARA DAR CUMPLIMIENTO CON LAS ACTIVIDADES, MEDIANTE DIFERENTES TÉCNICAS DE APRENDIZAJE QUE SE IMPLEMENTARAN EN EL LABORATORIO

En el laboratorio se llevarán a cabo una gran cantidad de actividades:

- Medición de diámetros
- Medición de longitud
- Excentricidad
- Rugosidad
- Calidades superficiales
- Ajuste y tolerancia dimensional
- Medición de conicidad
- Medición de ángulos

Con cuales se planificarán diversas pautas ya sean evaluadas o simplemente prácticas, en las cuales los estudiantes tendrán que utilizar todo su conocimiento y habilidades en el uso de los instrumentos de medición para poder terminar estas de manera positiva y en conjunto a ello poder llevarse un conocimiento del área que beneficie sus habilidades capacitándolo de mejor manera para su futuro laboral.

En el presente capítulo se darán a conocer las pautas de trabajos que se establecerán por cada elemento, con lo cual la labor de los docentes se verá facilitada ya que gracias a esto existirán actividades estandarizadas para todos los cursos y a su vez se tendrán en conocimiento las medidas reales de cada elemento mecánico con los cuales se desarrollarán dichas actividades. Para esto se crearán fichas para que los estudiantes desarrollen y otras con los resultados que servirán de pautas para la revisión por parte de los docentes.

PROGRAMA DE METROLOGÍA

Descripción de la asignatura:

“En esta asignatura se desarrollan las competencias necesarias para poder verificar magnitudes mecánicas. Se estudian para ello diferentes tipos de instrumentos de medición lineal y angular utilizados en la fabricación y comprobación de estado de elementos mecánicos.”

Contribución al perfil de egreso

“Técnico Universitario en Mecánica Industrial

3.1.2 Verificar los estándares del producto elaborado en procesos industriales, según normas de calidad establecidas

Técnico Universitario en Minería y Metalurgia

1.1.2 Seleccionar equipos y herramientas necesarias para la extracción de mineral y transporte, en minería a cielo abierto o subterráneo según normativa vigente

Técnico Universitario en Mecánica Automotriz

2.2.1 Proponer modificaciones a planes de mantenimiento, de acuerdo con las condiciones de operación de equipos vehiculares e industriales

Técnico Universitario en Mantenimiento Industrial

1.1 Inspeccionar instalaciones y equipos, detectando fallas y evaluando la funcionalidad de estos a fin de establecer acciones de mantenimiento a seguir.

2.2 Analizar en forma sistémica el equipamiento y componentes y dar las soluciones de acuerdo con los criterios funcionales operativos

Técnico Universitario en Diseño y Producción Industrial de Moldes y Matrices

1.1.1 Diseñar a partir de un producto, moldes, matrices y dispositivos mecánicos, considerando los requerimientos técnicos para la optimización de los procesos productivos

Técnico Universitario en Energías Renovables

1.3. Instalar equipos de generación de energías renovable, según reglamentación vigente y normativa de eficiencia energética, seguridad y medio ambiente.”

Resultados del aprendizaje

RDA		Criterios de evaluación		Contenidos temáticos
1	Realiza conversión de unidades entre los distintos sistemas de unidades	1.1	Conoce la equivalencia entre los distintos sistemas internacionales de unidades	Conceptos de metrología * Metrología y normalización * Sistemas de unidades
		1.2	Transforma correctamente unidades desde un sistema de unidades a otro	
2	Utiliza instrumentos de medición mecánica determinando el estado del elemento a verificar	2.1	Selecciona el instrumento de medición adecuado para la realización de trabajos de verificación, considerando su rango de medida y resolución.	Instrumentos mecánicos de medición * Conceptos básicos (rango, resolución, alcance, verificación) * Uso de: pie de metro, micrómetro, reloj comparador * Uso de medios para seleccionar por atributos (verificador de roscas, galgas de espesor) * Principio de funcionamiento de instrumentos de medición de presión y caudal * Conceptos básicos de teoría de error
		2.2	Ajusta, calibra o prepara el instrumento de medición, utilizando patrones de control estandarizados para cada instrumento	
		2.3	Realiza mediciones de magnitudes con el instrumento adecuado a dicho control de verificación, considerando el uso adecuado	
		2.4	Verifica magnitudes de elementos roscados	
		2.5	Utiliza instrumentos para medición de presión y caudal	
3	Determina el estado y la intercambiabilidad de elementos mecánicos considerando tolerancias dimensionales y geométricas	3.1	Verifica la coherencia de medidas de partes y piezas, de acuerdo con las especificaciones técnicas del producto.	Ajustes y tolerancias Tolerancias dimensionales Tolerancias geométricas Ajustes dimensionales
		3.2	Determina tipo de ajuste, considerando las características del material y las especificaciones técnicas del diseño.	
		3.3	Determina intercambiabilidad de elementos mecánicos, considerando ajustes, tolerancias y deformaciones	

Competencias que se esperan en el aprendizaje

En los 2 modelos de ejes presentados se espera que los estudiantes logren el correcto uso de los instrumentos de medición, a la vez también la correcta lectura de estos ya sea en milímetros (mm) o pulgada (inch), minimizando al máximo el error humano que se puede ocasionar al estar interactuando con este, se espera que logren aprender e identificar varias soluciones para obtener una medición de una misma sección para que están altamente capacitados para su vida laboral.

Para el eje escalonado se busca el aprendizaje de medición con pie de metro, micrómetro y también con la comparación de diferencia de altura mediante el uso de reloj comparador. En estos elementos mecánicos también pueden ser utilizados para otras actividades como lo que es ajuste y tolerancia y rugosidad.

Para el eje excéntrico se busca el aprendizaje de como montar y utilizar un reloj comparador de manera óptima y competitiva para que cuando este sea utilizado no se salga de sus rangos y se pueda obtener una lectura correcta, minimizando lo más posible el error humano y de lectura, también se puede utilizar este elemento mecánico para medir sus diferentes secciones mediante el uso de micrómetro y pie de metro.

CONTENIDO QUE SE MEDIRÁN EN LAS PAUTAS DE TRABAJO:

Se crearán distintas pautas de trabajo, las cuales buscan medir en totalidad el aprendizaje del estudiante y su habilidad con el uso de los instrumentos, habilidades con la creación de croquis y su realización de un juicio de valor, en el que este tiene que verificar si cumple o no con los estándares establecidos.

La pauta que se utilizaran junto a las maquetas didácticas sera la siguiente :

Aprendizaje esperado al final del semestre

- Mide y verifica magnitudes de piezas y conjuntos mecánicos para la ejecución de trabajos de fabricación, mantenimiento o reparación, utilizando planos e instrumentos de medición adecuados

Objetivo laboratorios

- Adquirir conocimientos, destrezas y actitudes sobre lecturas de instrumentos análogos
- Interpretar la lectura obtenida, comparando los resultados de la medición con estándares establecidos, ya sea para fabricación, mantenimiento o reparación de elementos mecánicos y/o equipos industriales.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

A cada estudiante se le hará entrega de un elemento mecánico e instrumentos, con los cuales deberá verificar las dimensiones indicadas por los profesores, posteriormente deben rellenar la siguiente ficha.

Nombre de actividad				
Nombre				
Fecha				
Curso				
Instrumentos utilizados				
	Nombre	Rango	Resolución	
1				
2				
3				
4				
	Estado del instrumento	Ajuste a cero	Calibración	Valor de corrección
1				
2				
3				
4				
Nombre del elemento mecánico				
Estado de elemento mecánico				
Croquis				

Ilustración 14 Pauta de trabajo



Departamento de
Mecánica USM
Sede José Miguel Carrera

Universidad Técnica Federico Santa María
Pauta de Laboratorio-Metrología



Resultados de la medición	
Largo	
a	
b	
c	
d	
e	
f	
g	
h	
Diámetro de Extremos	
Excentricidad en punto:	
a	
b	
c	
d	
e	
f	
g	
h	

Ilustración 15 Pauta de trabajo

Fuente: Fotografía Pauta creada

Se espera que en las fichas presentadas anteriormente los estudiantes demuestren sus habilidades en el uso de instrumentos, dibujo técnico y demuestren lo aprendido en clases teóricas de metrología, con esto se espera que cada estudiante logre cumplir con lo establecido en el programa de metrología establecido por nuestra casa de estudios.

RECOMENDACIONES DE FABRICACIÓN

- Ejes (escalonado y excéntrico)
- Bases porta eje

Para que se cumpla con el objetivo de obtener material nuevo para el laboratorio, es necesario que el material en bruto pase por diferentes procesos mecánicos de fabricación, con el objetivo de que este cumpla con las dimensiones estandarizadas y que este cumpla con los requerimientos previamente estipulados para lograr que de esta forma se puedan utilizar. Para la fabricación de los diferentes ejes es necesario poder reducir el tamaño del material a largos más fáciles de manipular, por lo cual uno de los primeros procesos que se tiene que realizar es el corte del material a un largo aproximado, esto puede realizarse de diferentes métodos, ya sea por el uso de:

- Sierra de banda
- Esmeril angular
- Tronzadora
- Oxicorte



Ilustración 16 Sierra de banda

Fuente: Pagina de ventas de máquinas y herramientas

En el proceso de torneado del material considerando que se utilizara un acero SAE 1020 y alguno de los tornos convencionales que se encuentran en la universidad, que son los más comunes que se pueden encontrar en cualquier taller o maestranza donde también se podrían fabricar dichos elementos, considerando la posibilidad del uso de herramientas de acero rápido o plaquitas de insertos.

Se estima un aproximado de 100 RPM para comenzar a torneear el material en su estado bruto, lo cual conlleva el refrentado de los ejes hasta dejarlos con sus medidas reales y el proceso de cilindrado en desbaste hasta aproximarse a sus medidas.

Luego manteniendo las mismas RPM o trabajando a alguna similar se realiza el proceso de refinado para poder obtener una terminación de buena calidad del material.

Cálculo de RPM:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times \phi}$$
$$n = \frac{35 \times 1000}{\pi \times 114.3(mm)}$$
$$n = 97.4702188664$$
$$n \approx 100 [RPM]$$

Tomando como un aproximado 100 RPM, considerando siempre utilizar el valor más cercano disponible en el torno.



Ilustración 17 Torno

Fuente: Pagina de ventas y fichas técnicas de máquinas y herramientas

Para obtener las medidas reales y que estas no varíen con las estipuladas en los planos se recomienda rectificar los ejes con lo cual se podrá obtener un acabado superficial de muy buena calidad y que las tolerancias dimensionales sean exactas y se encuentren dentro de los rangos establecidos en los planos.

Este proceso ayudara para cuando en el laboratorio se utilizará el rugosímetro y dará un mejor acabado superficial con lo cual podrán obtener otra función más de los elementos mecánicos y a la vez que las puedan comparar entre sí y con otros elementos que se encuentran en el laboratorio o los mismos patrones rectificados existentes en este.



Ilustración 18 Torno

Fuente: Pagina de ventas de máquinas y herramientas

Para que estos elementos puedan perdurar a lo largo de los años es recomendable realizarle algún tratamiento térmico, ya sea:

- Templado
- Pavonado



Ilustración 19 Elementos pavonados

Fuente: Pagina web TexascontrolsMéxico

Para que de esta manera los ejes puedan contrarrestar el desgaste del uso que se le dará con los instrumentos de medición la erosión por el medio ambiente y que a la vez se le genere una capa protectora la cual los protegerá de la corrosión.

Estos procesos son recomendables realizarlos de una cantidad de piezas a la vez para poder utilizar en su máximo el horno con el cual estos serán calentados y a su vez también los depósitos donde se enfriarán, todos estos procesos tienen que ser realizados como en los instructivos correspondientes para lograr las temperaturas deseadas y que de esta forma se logre realizar el tratamiento térmico deseado.

RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACIÓN DE LAS BASES PORTA EJE.

Estas bases se pensaron para que los ejes al estar montadas sobre estas se puedan almacenar de esta forma evitando que se golpeen entre, facilitando el montaje de algunos instrumentos de medición con lo cual se evita el uso de accesorios complementarios y a la vez esta simula que es un eje real lo cual hace que los estudiantes se aproximen de mejor manera a lo que se encontraran en el mundo laboral.

Lo primero que es recomendable es comenzar con el trazado del material para que de esta forma se utiliza de mejor manera el material disponible para la fabricación y de esta manera evitar una gran cantidad de despuntes o material que se pierde en el proceso, luego de esto se procederá a cortar el material ya sea con:

- Sierra de banda
- Esmeril angular
- Tronzadora
- Oxicorte



Ilustración 20 Referencia oxicorte

Fuente: Pagina de venta de insumos de oxicorte

En algunas placas que conforman la base se tiene que perforar con la medida adecuada del diámetro exterior del rodamiento para que este entre con ajuste, este proceso se tiene que realizar con alguno de los siguientes procesos:

- Taladrado
- Fresado
- Torneado



Ilustración 21 Fresa

Fuente: Pagina de ventas de máquinas y herramientas

Una recomendación antes de realizar la soldadura total de la estructura de la base es eliminar todas las rebabas y una limpieza de las áreas a soldar para tratar de eliminar la mayor cantidad de impurezas que se pueden encontrar en el material para que la soldadura tenga una buena calidad.

La eliminación de las rebabas puede realizarse con diferentes herramientas, ya sean manuales, eléctricas o neumáticas. Las cuales pueden ser:

- Lima
- Esmeril angular (eléctrico o neumático)



Ilustración 22 Esmeril Angular

Fuente: Fuente: Pagina de ventas de máquinas

El proceso de soldadura para que las bases queden resistentes y puedan cumplir con su objetivo principal es necesario tener en consideración el material con el que están construidas (acero ASTM A36) con lo cual se tiene que escoger el tipo de electrodo o soldadura de aporte más apropiado para este material y que de esta forma cumpla con los requisitos establecidos con anterioridad, los tipos de soldaduras que se pueden utilizar en este proceso puede ser:

- Mig
- Tig

- Smaw



Ilustración 23 Soldadura

Fuente: Pagina venta de insumos soldadura (indura)

Para que estos elementos perduren a lo largo del tiempo es recomendable la aplicación de una pintura anticorrosiva con el fin de sellar esto de las adversidades del medioambiente y luego sobre esta aplicarle alguna pintura del color que sea para darle un acabado uniforme y que estas se vean con un buen aspecto lo que lograra que su presentación sea aún más formal y agradable al mirarla y manipularla.

Logrando que estas tengan un aspecto más formal y delicado, aparte de todos los beneficios ya nombrados con anterioridad.

Para el montaje de los rodamientos y los ejes es recomendable hacerlo bajo los estándares recomendados por el fabricante de estos, en el caso de los cotizados y seleccionados previamente seria “SKF” los cuales pueden ser montados a presión mediante el uso del kit de montaje creado por el mismo fabricante para montarlos al eje y luego estos a su base o como esto sea más conveniente para el personal que esté realizando la labor.

Ya terminada todo el montaje de la totalidad de los elementos mecánicos en sus bases se recomienda marcarlos para poder reconocerlos con facilidad los unos con los otros ya que cada elemento mecánico cuenta con diferentes dimensiones, las cuales se encuentran en los planos de dichos elementos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La importancia del laboratorio de metrología en la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) es de gran importancia ya que es la base de que los estudiantes aprendan el uso de los instrumentos de mediciones con los cuales se desarrollaran una gran cantidad de actividades, las cuales son esenciales en los procesos de fabricación de elementos, mantenimiento y más áreas del enfoque del área de la mecánica.

Al haber identificado en su totalidad las actividades que se desarrollan se implementaron unas nuevas, con el objetivo de suplir las falencias detectadas, las cuales estaban mermando la calidad de la educación entregada a los estudiantes. Que a su vez se complementaba con la falta de instrumentos, lo cual dificultaba aún más el desarrollo de manera eficiente de las actividades, ya que se identificó que los alumnos debían compartir los instrumentos entregados por el profesor por la falta de estos.

Se propusieron 2 actividades nuevas con las cuales se suplieron las falencias encontradas ya que estas no se encontraban normalizadas ni con la existencia de planos, o cual dificultaba por parte del profesor la corrección de las actividades retrasando los avances debido a la pérdida de tiempo que se debían a la verificación por parte del docente o sus ayudantes, de manera en conjunta a esto se identificaron los instrumentos críticos y a su vez se cuantificaron las cantidades de instrumentos faltantes para poder tener un stock mínimo de estos para que cada estudiante logre utilizar uno mientras realizan sus actividades.

A su vez se entregaron los materiales seleccionados para la fabricación de los elementos mecánicos y sus bases porta eje, en las cuales van montados, a su vez se realizaron las cotizaciones correspondientes para tener en consideración los costos asociados a la totalidad de los elementos creados.

Las pautas de trabajo se entregaron cumpliendo con los aprendizajes deseados por el programa de la asignatura, a su vez también se realiza la recomendación de seguir con los pasos descritos previamente en el capítulo tres, en los cuales se da una breve descripción del proceso y las posibilidades de máquinas-herramientas a utilizar.

Se recomienda que se compren lo antes posible los instrumentos solicitados para poder desarrollar las actividades planificadas ya que si se cuenta con el stock de ejes para las actividades faltarían instrumentos de medición para que todos los estudiantes puedan desarrollarlas, a su vez la planificación del orden de los elementos de medición en las estanterías para que estas tengan un fácil acceso y no se mezclen entre sí las fichas sus planos.

BIBLIOGRAFÍA

1. “Fundamentos de la Metrología Dimensional”. Autor: María Moro Piñeiro
2. “Metrología”. Autor: Carlos González, Ramon Zeleny
3. “Catálogo general SKF”
4. La biblia del mecánico, Jorge klahn H.

LINKOGRAFÍA

1. Composición química y límites a la fluencia y tracción acero SAE 1020
http://www.acerosotero.cl/acero_carbono_sae_1020.html
2. Composición química y límites a la fluencia y tracción acero SAE 1045
http://www.acerosotero.cl/acero_carbono_sae_1045.html
3. cotización y selección del diámetro del material (SAE 1020)
<https://www.kupfer.cl/barras-acero-carbono-sae-1020.html>
4. Información complementaria sobre el proceso de pavonado
<http://www.texascontrolsmexico.com/pavonado-que-es-y-como-se-lleva-a-cabo/#:~:text=El%20pavonado%20es%20un%20proceso,que%20las%20recubra%20y%20proteja.&text=La%20capa%20de%20%C3%B3xido%20hace,evitar%20la%20corrosi%C3%B3n%20del%20mismo.>
5. Datos sobre rodamientos
<https://www.skf.com/cl/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/bearing-data>