

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas Y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**



**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO “REGLA T ENROLLABLE Y  
ACOPLABLE” BASADO EN EL METODO DEL MASSACHUSETTS INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY**

Tesis presentada por la Bachiller:

**López Molina, Dany María**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Industrial**

Asesor:

**Mg. Valdivia Portugal, Cesar**

**Arequipa- Perú**

**2021**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 15 de Mayo del 2021

Dictamen: 002961-C-EPII-2021

Visto el borrador del expediente 002961, presentado por:

2012601732 - LOPEZ MOLINA DANY MARIA

Titulado:

**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO REGLA T ENROLLABLE Y ACOPLABLE BASADO EN  
EL METODO MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY.**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

1258 - DELGADO MONTESINOS MAX EDWIN  
DICTAMINADOR



1780 - VALENCIA BECERRA ROLARDI MARIO  
DICTAMINADOR



1842 - PACHECO OVIEDO ABRAHAM ARTURO  
DICTAMINADOR

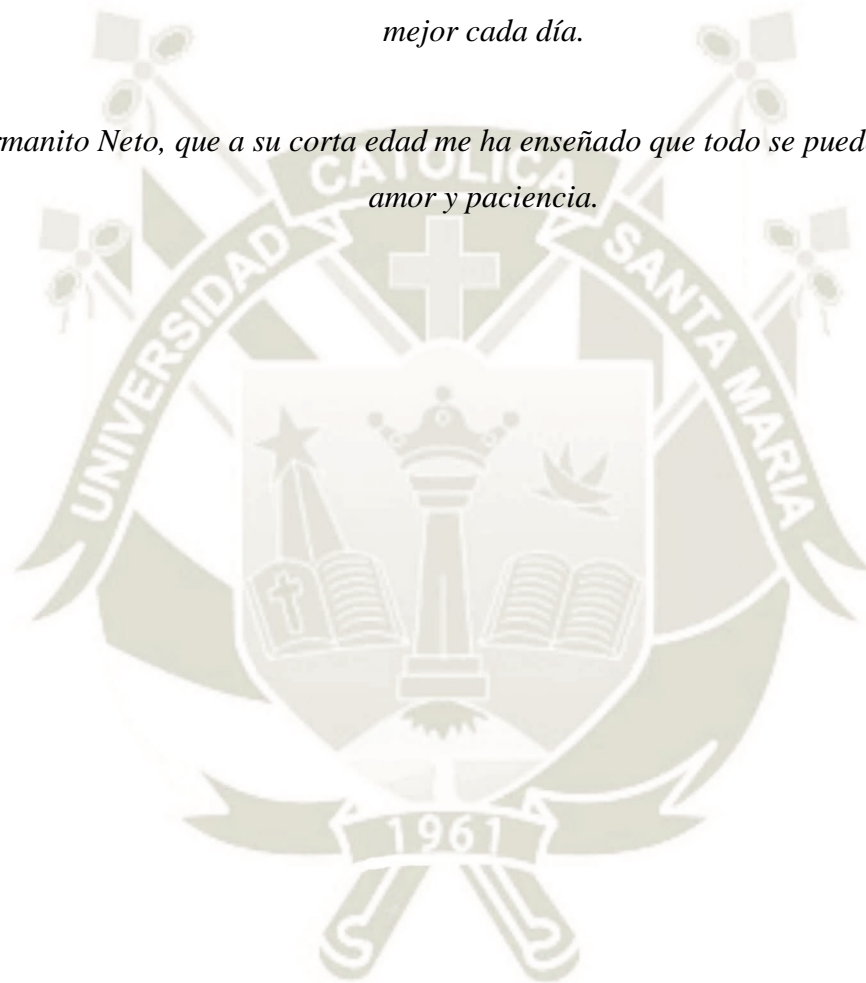


## DEDICATORIA

*A Dios, por ser siempre la respuesta a las preguntas que me hago en mi vida, la fortaleza de mis días débiles y el amor incondicional que siempre necesito.*

*A mi padre, por su apoyo incondicional, por siempre creer en mí y por motivarme a ser mejor cada día.*

*A mi hermanito Neto, que a su corta edad me ha enseñado que todo se puede si lo haces con amor y paciencia.*



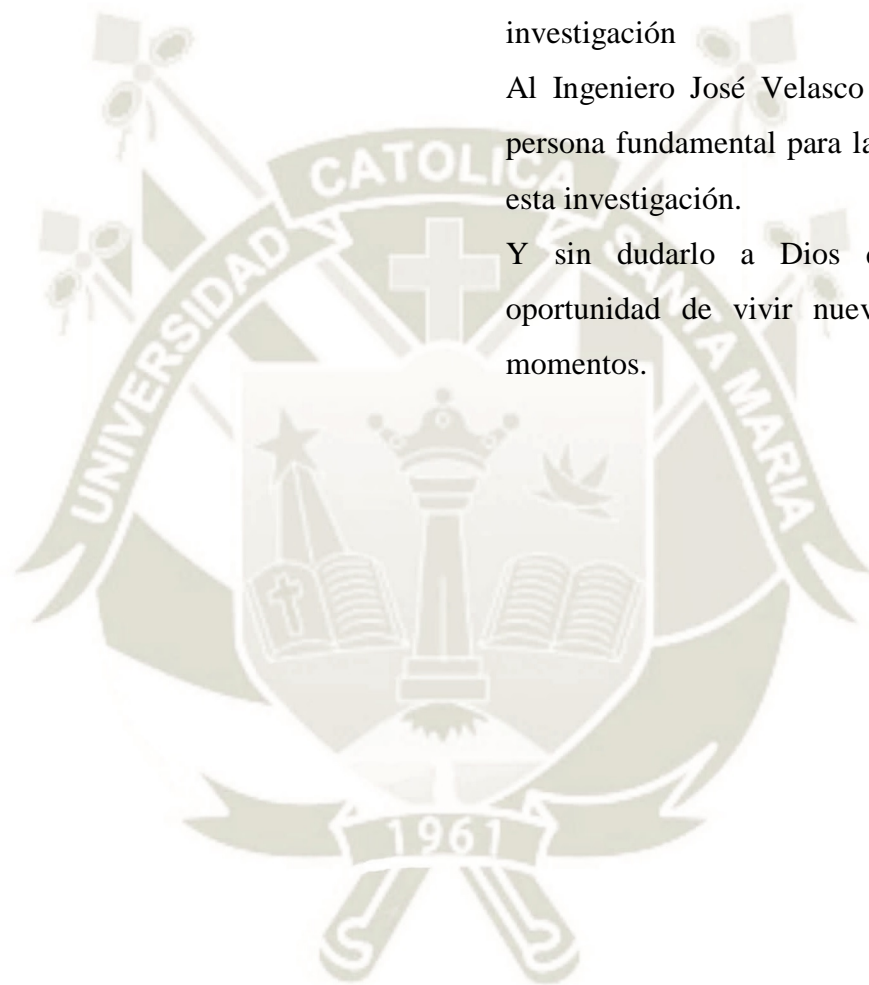
## AGRADECIMIENTO

A mis padres, familia, amigos que estuvieron apoyándome y motivándome siempre.

Al Ingeniero Max Delgado, que con sus consejos en los últimos años han logrado que pueda concretar de manera óptima esta investigación

Al Ingeniero José Velasco Yañez, que fue persona fundamental para la culminación de esta investigación.

Y sin dudarlo a Dios que nos da la oportunidad de vivir nuevos y hermosos momentos.



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo, diseñar y desarrollar un producto innovador Denominado “Regla T enrollable y Acoplable” Basado en el Método de diseño y desarrollo de productos de Massachusetts Institute of Technology demostrando su factibilidad técnica y económica.

En cuanto a este Método, nos indica que el diseño y desarrollo de un nuevo producto tiene un orden secuencial, el cual se siguió en esta investigación.

Como primer paso se determinó la necesidad a cubrir. Posterior a ello en el capítulo N° 3 se elaboró las especificaciones del producto las cuales se basaron en el resultado de la primera encuesta previa (4 preguntas) las cuales nos dan respuesta de las principales dificultades que se tiene con las reglas T convencionales.

A Continuación, en el Capítulo N° 4 se generaron 5 conceptos basados en las especificaciones, métricas y valores establecidos en el capítulo N° 3, los cuales fueron evaluados mediante la Matriz de selección y evaluación de Conceptos dándonos como resultado el concepto con más factibilidad técnica a desarrollar.

Con el concepto ya seleccionado se realizó una segunda encuesta (8 preguntas) la cual fue dirigida a nuestros clientes potenciales, con el objetivo de poder obtener información directa como el porcentaje de aceptación, comparación con productos similares, mejoras y aprobación de nuestro concepto.

Obteniendo una respuesta positiva tanto en la aceptación de nuestro concepto se elaboró diferentes esquemas para mostrar la estructura final de nuestro concepto, obteniendo con ello los materiales, cantidad y costos para de elaboración de este.

Con los materiales cantidades y precios en el capítulo N° 5 se procede a la elaboración del proceso productivo, planos finales, prototipo analítico y físico, logrando patentar el producto propuesto.

Con la idea ya patentada se procedió elaborar la marca. logotipo y la presentación final de nuestro producto.

Finalmente, se analiza el punto de equilibrio, además del análisis de diferentes escenarios, en los cuales siempre se podrá generar una utilidad con el aumento o disminución de las ventas netas o con la variación de la demanda. Esto permitirá generar una rentabilidad sostenida para la pronta recuperación de la inversión inicial y desarrollo a futuro de mejoras o nuevos productos en una misma línea.

PALABRAS CLAVE: Método Massachusetts Institute of Tecnology, Regla T, Matriz de selección, Matriz de evaluación.



## ABSTRAC

The objective of this research is to design and develop an innovative product Named "Recordable and Attachable T-Rule" Based on the Massachusetts Institute of Technology Product Design and Development Method demonstrating its technical and economic feasibility.

Regarding this method, it indicates that the design and development of a new product has a sequential order, which was followed in this research.

As a first step, the need to be covered was determined. After this, in chapter N ° 3, the product specifications were elaborated which were based on the result of the first previous survey (4 questions) which give us an answer to the main difficulties that we have with the conventional T rules.

Next, in Chapter N ° 4, 5 concepts were generated based on the specifications, metrics and values established in Chapter N ° 3, which were evaluated through the Matrix of selection and evaluation of Concepts, resulting in the concept with the most feasibility technique to develop.

With the concept already selected, a second survey (8 questions) was carried out, which was directed to our potential clients, in order to be able to obtain direct information such as the percentage of acceptance, comparison with similar products, improvements and approval of our concept.

Obtaining a positive response both in the acceptance of our concept, different diagrams were elaborated to show the final structure of our concept, thereby obtaining the materials, quantity and costs for its elaboration.

With the materials, quantities and prices in chapter N ° 5, the production process, final plans, analytical and physical prototype are elaborated, achieving patenting of the proposed product.

With the already patented idea, the brand was developed. Logo and the final presentation of our product.

Finally, the equilibrium point is analyzed, and the analysis of different scenarios, in which a profit can always be generated with the increase or decrease in net sales or with the variation in demand. This will allow the generation of sustained profitability for the prompt recovery of the initial investment and future development of improvements or new products in the same line.

Key Words: Massachusetts Institute of Technology method, Rule T, Selection matrix, Evaluation Matrix.

## INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los tiempos el diseño y desarrollo de nuevos productos ha tomado vital importancia, ya que no solo se relaciona con la innovación sino también de competitividad. Es inevitable decir que para poder ser más competitivos debemos generar valor agregado algo que está muy ligado a lo que es innovar y ser creativos.

Actualmente el mercado exige productos más innovadores, que satisfagan las necesidades que realmente sus consumidores desean.

Según el reporte Global Entrepreneurship Monitor (El Monitor de Emprendimiento Global 2019) el cual mide la tasa de emprendimiento en 49 países del mundo, nuestro país ocupa la cuarta economía con mayor nivel de emprendimiento, y la segunda más importante en la región en lo que respecta al índice de Actividad Empresarial en etapa temprana. No obstante, según dicho reporte, nuestro país lidera la tabla de abandono empresarial más alto de la región, ya que no se sigue ningún procedimiento para el correcto diseño de nuevos productos.

El presente tiene como objetivo poder desarrollar el diseño y la creación de un nuevo producto, basado en la estrategia de innovación que siguen para el desarrollo de nuevos productos, establecer los perfiles y métricas de innovación basados en el Método Massachusetts Institute of Technology

A través del Método Massachusetts Institute of Technology, se busca establecer todo el proceso de desarrollo de un nuevo producto, pudiendo identificar, mercados, métricas, especificaciones analizando posibles productos similares, y sobre todo que la necesidad está cubierta.

El resultado final de este proyecto es presentar los fundamentos que enmarcan la investigación de nuestro nuevo producto la Regla T enrollable y Acoplable.

Finalmente, se presenta el modelo de innovación, el cual es resultado de las conclusiones como recomendaciones que se exponen, todo esto como insumo para futuras investigaciones.

## INDICE

DICTAMEN APROBATORIO .....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRAC .....	VI
INTRODUCCION .....	VII
INDICE .....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	XIV
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	XVI
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA .....	2
1.4 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA .....	2
2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
2.1 OBJETIVOS GENERAL .....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
3.1 JUSTIFICACIÓN PRACTICA .....	3
3.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	3
3.3 JUSTIFICACIÓN PERSONAL .....	4
4 DELIMITACIONES .....	4

4.1	TEMPORAL.....	4
4.2	GEOGRÁFICA.....	4
5	HIPOTESIS.....	4
5.1	HIPOTESIS GENERAL.....	4
6	VARIABLES.....	5
6.1	OPERACIÓN DE LAS VARIABLES.....	5
7	MARCO METODOLOGICO.....	6
7.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	6
7.2	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	6
7.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	6
7.4	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	6
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA.....		7
1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.	BASES TEORICAS.....	9
2.1	INNOVACIÓN.....	9
2.2	CREATIVIDAD.....	9
2.3	DISEÑO.....	9
2.4	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.....	10
2.5	DIBUJO TÉCNICO.....	11
2.6	INTRUMENTOS DE DIBUJO.....	11
2.7	REGLA, ESCALIMETRO, ESCUADRA.....	11
2.8	REGLA T.....	12

2.9	ARQUITECTURA DE LA REGLA T .....	13
3.	MARCO TEÓRICO.....	14
3.1	DESARROLLO DEL PRODUCTO.....	14
3.2	CARACTERÍSTICAS DE UN PRODUCTO NOVEDOSO .....	14
3.3	RETOS DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO: .....	16
3.4	METODO MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHONOLOGY.....	17
4	MARCO LEGAL.....	34
4.1	PATENTES Y PROPIEDAD INTELECTUAL.....	34
4.2	REGISTRO DE MARCAS Y PATENTES EN PERU .....	37
4.3	PROCESO DE REGISTRO DE MARCAS Y PATENTES EN PERU .....	40
4.4	COMO SE DEBE PRESENTAR UNA SOLICITUD DE PATENTE EN PERU ..	41
4.5	QUIEN PUEDE SOLICITAR UNA PATENTE EN PERÚ .....	43
4.6	IMPORTANCIA DE REGISTRO DE PATENTES EN EL PERU .....	44
CAPITULO III: DIAGNOSTICO INICIAL .....		45
1	ANALISIS DE LA NECESIDAD PROPUESTA .....	46
1.1	NECESIDAD:.....	46
1.2	SUSTENTO DE LA NECESIDAD ESCOGIDA.....	46
1.3	USUARIOS.....	47
2	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO .....	47
2.1	SELECCIÓN DE NECESIDADES .....	47
2.2	ELABORAR LISTA DE METRICAS .....	51
2.3	RECABAR INFORMACIÓN DE COMPARACIONES CON LA COMPETENCIA .....	53

2.4	ESTABLECER VALORES OBJETIVO IDEALES Y MARGINALMENTE ACEPTABLES .....	56
CAPITULO IV: PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA .....		58
1	GENERACIÓN DEL CONCEPTO.....	59
1.1	ACLARAR EL PROBLEMA.....	59
1.2	BUSCAR EXTERNAMENTE .....	61
1.3	BUSCAR INTERNAMENTE .....	65
1.4	EXPLORACIÓN SISTEMÁTICA.....	66
2	SELECCIÓN DEL CONCEPTO.....	73
2.1	MATRIZ DE SELECCIÓN DE CONCEPTOS .....	77
2.2	EVALUACIÓN DE CONCEPTOS.....	78
3	PRUEBA DE CONCEPTO .....	83
3.1	DEFINIR EL PROPOSITO DE LA PRUEBA DE CONCEPTO .....	83
3.2	ESCOGER LA POBLACION A ENCUESTAR.....	84
3.3	SELECCIONAR FORMATO DE ENCUESTA .....	86
3.4	COMUNICACIÓN DE CONCEPTO.....	86
3.5	MEDIR RESPUESTA DEL CLIENTE.....	86
4	ARQUITECTURA DEL PRODUCTO .....	93
4.1	ESQUEMA DEL PRODUCTO Y AGRUPACION DE ELEMENTOS.....	93
4.2	DISPOSICIÓN GEOMÉTRICA .....	93
4.3	INTERACCIONES INCIDENTALES .....	94
4.4	ESQUEMA FUNCIONAL .....	95

CAPITULO V: ANALISIS DE LA PROPUESTA .....	96
1 DISEÑO INDUSTRIAL.....	97
1.1 SELECCIÓN FINAL DEL CONCEPTO .....	97
2 DISEÑO DE MANUFACTURA.....	103
2.1 PROCESO PRODUCTIVO.....	103
2.1.1 DIAGRAMAS DE OPERACIONES .....	103
3 COSTO DE MANUFACTURA .....	106
3.1 LISTA DE MATERIALES.....	106
3.2 ESTUDIO DE ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA REGLA.....	109
3.3 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MATERIA PRIMA .....	111
4 CONSTRUCCION DE PROTOTIPOS .....	112
4.1 DEFINIR PROPOSITO DE PROTOTIPO.....	112
4.2 NIVEL DE APROXIMACION .....	112
4.3 TECNOLOGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS .....	112
4.4 RESULTADOS.....	114
4.5 ESPECIFICACIONES FINALES .....	117
5 PATENTES Y PROPIEDAD INTELECTUAL.....	118
6 PRODUCTO FINAL .....	121
6.1 MARCA.....	121
6.2 LOGOTIPO.....	121
6.3 ENVASE.....	121
6.4 ETIQUETA.....	122
6.5 PRESENTACIÓN FINAL.....	124

7	ANÁLISIS DE COSTOS.....	125
7.1	OPERACIONES TECNOLÓGICAS Y TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN .....	125
7.2	COSTO DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	126
7.3	PUNTO DE EQUILIBRIO .....	131
7.4	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA .....	133
8	DISCUSIÓN DE RESULTADOS:.....	141
8.1	DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD .....	142
8.2	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO .....	142
8.3	GENERACIÓN DEL CONCEPTO.....	142
8.4	EVALUACIÓN DE CONCEPTOS.....	142
8.5	PRUEBA DE CONCEPTO .....	143
8.6	ARQUITECTURA DEL PRODUCTO .....	144
8.7	DISEÑO INDUSTRIAL.....	144
8.8	CONSTRUCCION DE PROTOTIPOS .....	145
8.9	PATENTES Y PROPIEDAD INTELECTUAL.....	146
8.10	PRODUCTO FINAL .....	146
9	CONCLUSIONES .....	147
10	RECOMENDACIONES.....	148
11	REFERENCIAS.....	149
12	ANEXOS .....	151

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Identificación de las variables.</i> .....	5
Tabla 2: <i>Necesidades del cliente para la horquilla de suspensión y su importancia relativa .</i> .....	19
Tabla 3 : <i>Lista de métricas para la suspensión.</i> .....	20
Tabla 4: <i>Tabla de comparación con la competencia (Benchmarking) basada en métricas. ...</i>	22
Tabla 5 : <i>Principales características para el registro de marcas y patentes en el Perú</i> .....	39
Tabla 6 : <i>Calificación porcentual en función de la Dificultad de la Regla T</i> .....	49
Tabla 7 : <i>Calificación en función de la importancia .</i> .....	51
Tabla 8: <i>Calificación de las Necesidades establecidas</i> .....	51
Tabla 9 : <i>Métricas de las necesidades del producto</i> .....	52
Tabla 10 : <i>Tabla de comparación del producto propuesto con la competencia basado en métricas.</i> .....	54
Tabla 11: <i>Tabla de comparación del producto propuesto con la competencia basado en la percepción de satisfacción del necesidad</i> .....	55
Tabla 12 : <i>Tabla de valores marginales y ordinales</i> .....	57
Tabla 13 : <i>Propiedades Mecánicas escogidas de los materiales.</i> .....	76
Tabla 14 : <i>Matriz de selección de conceptos.</i> .....	77
Tabla 15: <i>Puntaje de calificación de conceptos .</i> .....	78
Tabla 16 : <i>Matriz de evaluación de conceptos</i> .....	79
Tabla 17 : <i>Matriz de evaluación de conceptos , escenario 1</i> .....	81
Tabla 18 : <i>Matriz de evaluación de conceptos , escenario 2</i> .....	82
Tabla 19 : <i>Cantidad de ingresantes a las carreras de ingeniería en Arequipa en el 2019. ....</i>	85
Tabla 20: <i>Frecuencia de interés de compra</i> .....	89
Tabla 21 : <i>Frecuencia porcentual de mejora del producto</i> .....	90
Tabla 22 : <i>Frecuencia Porcentual de costo de producto.</i> .....	91

Tabla 23: <i>Cantidad Requerida de Materia Prima para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable</i> .....	111
Tabla 24: <i>Estimación de Costos de Materia Prima para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable</i> .....	111
Tabla 25 : <i>Especificaciones técnicas finales de la de la Regla T Enrollable y Acoplable</i> . ....	117
Tabla 26 : <i>Costos Fijos de la Regla T enrollable y acoplable</i> .....	126
Tabla 27 : <i>Costos Variables Unitario de la Regla T enrollable y acoplable</i> .....	127
Tabla 28: <i>Capacidad de Producción</i> .....	127
Tabla 29: <i>Costo Individual Total de la Regla T Enrollable y Acoplable</i> .....	129
Tabla 30: <i>Precio de venta de la Regla T Enrollable y Acoplable</i> .....	130
Tabla 31 : <i>Variación de Cantidades Punto de Equilibrio</i> .....	132
Tabla 32 : <i>Cantidad de Ingresantes de Ingeniería de las Universidades de Arequipa</i> . ....	134
Tabla 33: <i>Proyección de Años basados en la ecuación generada de línea de tendencia polinómica</i> .....	135
Tabla 34 : <i>Porcentaje de aceptación del producto</i> .....	136
Tabla 35 : <i>Demanda para el Análisis de Escenarios</i> .....	137
Tabla 36 : <i>Escenario Real</i> .....	138
Tabla 37 : <i>Escenario Optimo</i> . ....	139
Tabla 38 : <i>Escenario Pésimo</i> .....	140
Tabla 39 : <i>Factibilidad Técnica de la Regla T enrollable y Acoplable</i> . ....	143
Tabla 40 : <i>Factibilidad de estándares de la Regla t Enrollable y Acoplable</i> . ....	145
Tabla 41: <i>Factibilidad de estándares de la Regla t Enrollable y Acoplable</i> .....	146

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : <i>Escuadras</i> .....	12
Figura 2 : <i>Uso de una Regla T</i> .....	13
Figura 3: <i>Arquitectura de una Regla T</i> .....	14
Figura 4 : <i>Características de un Producto Exitoso</i> .....	15
Figura 5 : <i>Retos del desarrollo del producto.</i> .....	16
Figura 6 : <i>Árbol de clasificación para los fragmentos del concepto de fuente de energía para la pistola de clavos</i> .....	24
Figura 7 : <i>Etapas de la Prueba de Concepto.</i> .....	26
Figura 8 : <i>Esquema de la impresora DeskJet.</i> .....	27
Figura 9 : <i>Esquema de la impresora DeskJet, agrupada en trozos.</i> .....	28
Figura 10 : <i>Esquema de la impresora DeskJet, agrupada en trozos.</i> .....	29
Figura 11: <i>Diagrama de Interacción Incidental.</i> .....	30
Figura 12 : <i>Diseño de Manufactura.</i> .....	32
Figura 13 : <i>Taxonomía de Tipos de Propiedad Intelectual</i> .....	35
Figura 14 : <i>Documentos para la presentación de una solicitud de patentes.</i> .....	42
Figura 15 : <i>¿Usted uso de la Regla T?</i> .....	48
Figura 16 : <i>Si tu respuesta fue si, ¿Presento usted alguna dificultad con su regla T?</i> .....	48
Figura 17 : <i>Si tu respuesta fue si, califique del 1 al 5 , siendo 1 la menos dificultad y 5 la mayor dificultad.</i> .....	49
Figura 18 : <i>¿Le gustaría adquirir una Regla T, que pueda reducir varias veces su tamaño, a un menor costo?</i> .....	50
Figura 19 : <i>Análisis de métricas con respecto a las necesidades.</i> .....	52
Figura 20 : <i>Caja negra del Producto</i> .....	60
Figura 21 : <i>Cuadrado T Multifuncional</i> .....	61

Figura 22 : <i>Regla T convencional</i> .....	62
Figura 23 : <i>Regla Retráctil de Fibra de Vidrio</i> .....	63
Figura 24 : <i>Regla Retráctil de Madera</i> .....	63
Figura 25: <i>Medidor de Curvas Regla Flexible</i> .....	64
Figura 26: <i>Regla Flexibles</i> .....	64
Figura 27: <i>Cinta Métrica</i> .....	65
Figura 28 : <i>Árbol de clasificación de la estructura de la Regla T</i> .....	67
Figura 29 : <i>Tabla de combinación de concepto N° 1</i> .....	68
Figura 30 : <i>Bosquejo de Concepto N° 1</i> .....	69
Figura 31 : <i>Tabla de combinación de concepto N° 2</i> .....	69
Figura 32 : <i>Bosquejo de Concepto N° 2</i> .....	70
Figura 33 : <i>Tabla de combinación de concepto N° 3</i> .....	70
Figura 34 : <i>Bosquejo Concepto N° 3</i> .....	71
Figura 35 : <i>Tabla de combinación de concepto N° 4</i> .....	71
Figura 36 : <i>Bosquejo Concepto N° 4</i> .....	72
Figura 37 : <i>Tabla de combinación de concepto N° 5</i> .....	72
Figura 38 : <i>Bosquejo Concepto N° 5</i> .....	73
Figura 39 : <i>Desglose de criterios de selección</i> .....	74
Figura 40 : <i>¿Haz usado la regla T en el curso de Dibujo Técnico ?</i> .....	87
Figura 41: <i>¿ Haz tenido incomodidad al transportar la Regla T?</i> .....	87
Figura 42 : <i>¿ Cree usted que sería útil una Regla T que pueda reducir varias veces su tamaño?</i> .....	88
Figura 43 : <i>¿Cree usted que sería útil una Regla T que posea medidas de ángulos y pueda reemplazar las escuadras?</i> .....	88
Figura 44 : <i>Comunicación de prueba de concepto regla T enrollable y acoplable</i> .....	89

Figura 45 : <i>¿Estaría interesado en comprar un producto con las características anteriores ?</i>	90
Figura 46: <i>¿Te parece si este producto es mejor que a los que encuentras en el mercado? ...</i>	91
Figura 47 : <i>¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto mencionado? .....</i>	92
Figura 48: <i>Esquema de Regla T enrollable y acoplable. ....</i>	93
Figura 49 : <i>Disposición geométrica de la Regla T enrollable y Acoplable. ....</i>	94
Figura 50 : <i>Interacciones Incidentales de la Regla T enrollable y Acoplable .....</i>	94
Figura 51 : <i>Esquema funcional de la Regla T enrollable y Acoplable .....</i>	95
Figura 52: <i>Plano Final de Regla T Enrollable y Acoplable. ....</i>	98
Figura 53: <i>Plano Final de Cabecera .....</i>	99
Figura 54: <i>Plano Final de Elemento de Unión. ....</i>	100
Figura 55: <i>Plano Final de Elemento de Unión. ....</i>	101
Figura 56: <i>Plano Final de Elemento de Cuerpo. ....</i>	102
Figura 57: <i>Diagrama de Operaciones de Procesos Regla T enrollable y Acoplable. ....</i>	104
Figura 58: <i>Diagrama de Análisis de Procesos Regla T enrollable y Acoplable .....</i>	105
Figura 59 : <i>Filamento PLA 1.75 mm. ....</i>	106
Figura 60 : <i>Fleje de Acero SAE 1070 SAE 1075 .....</i>	107
Figura 61 : <i>Laminas de Silicona .....</i>	108
Figura 62: <i>Pegamento UHU para metal. ....</i>	108
Figura 63 : <i>Análisis Estático de la Regla T Enrollable y Acoplable. ....</i>	109
Figura 64 : <i>Análisis Estático de la Regla T Enrollable y Acoplable. ....</i>	110
Figura 65: <i>Análisis Estático de la Regla T Enrollable y Acoplable. ....</i>	110
Figura 66: <i>Impresora Anycubic Chiron .....</i>	113
Figura 67 : <i>Vista N°1 , Prototipo Analítico .....</i>	114
Figura 68: <i>Vista N°2 , Prototipo Analítico .....</i>	114

Figura 69 : <i>Prototipo de Cabecera</i> .....	115
Figura 70: <i>Prototipo de Cuerpo</i> .....	116
Figura 71: <i>Prototipo de la Regla T Enrollable y Acoplable</i> .....	116
Figura 72: <i>Procedimiento para registrar una Patente en Perú.</i> .....	118
Figura 73: <i>Logotipo T-flex</i> .....	121
Figura 74 : <i>Envase T-flex</i> .....	122
Figura 75: <i>Etiqueta T-flex</i> .....	123
Figura 76 : <i>Presentación Final T-flex</i> .....	124
Figura 77 : <i>Tiempos estimados para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable.</i> ..	125
Figura 78 : <i>Grafica del Punto de Equilibrio.</i> .....	133
Figura 79 : <i>Años vs Cantidad de Ingresantes.</i> .....	134
Figura 80 : <i>Método de diseño y desarrollo de productos del Massachusetts Institute of Techonology</i> .....	141



# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Incomodidad al transportar el instrumento de dibujo “Regla T “al centro de estudios.

### 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años se ha visto un incremento significativo de estudiantes universitarios, Según el informe que realizó el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en el 2018, nos indicó que la población con educación superior subió un 40 % en 10 años.

Dentro de estos estudiantes, gran cantidad desarrollan una carrera de Ingeniería por lo cual necesitan desarrollar habilidades de dibujo, necesitando para estas habilidades herramientas para dibujo. Siendo una de las principales la Regla T.

Una Regla T convencional puede medir entre 60 y 65 cm aproximadamente, estas medidas causan varios problemas de incomodidad que se generan en el momento de transportarla o cargarla, por ejemplo, al guardarla o llevarla en sus mochilas o maletines, el tamaño de la regla T ocasiona muchas veces que se rompa la misma y el simple hecho de movilizarse asegurándose que esto no suceda ya es incómodo.

Este problema provoca que los estudiantes opten por no llevar el instrumento, y de esta manera no desarrollan el curso de manera eficaz.

Este Proyecto tiene como finalidad diseñar y desarrollar una regla T que presente particularidades constructivas, orientadas a reducir su tamaño y añadirle un valor agregado a dicha regla, sin dejar de cumplir su función principal.

### 1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo será el diseño y desarrollo de una regla T enrollable y acoplable según el Método del Massachusetts Institute of Technology?

### 1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son los problemas convencionales en el uso y transporte una Regla T?

- ¿Cómo será el análisis de los posibles materiales más adecuados para el diseño de la Regla T?
- ¿Cómo será la elaboración de las métricas para el diseño del producto?
- ¿Cómo será el diseño del producto?
- ¿Cómo determinaremos la factibilidad técnica y económica de este producto?

## **2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 OBJETIVOS GENERAL**

Diseñar y desarrollar una regla T que satisfaga las necesidades de los usuarios y determinar su factibilidad técnica y económica. Basado en el Método del Massachusetts Institute of Tecnology.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los problemas convencionales de uso y transporte de una regla T.
- Analizar los posibles materiales más adecuados para su diseño, mediante la matriz de selección de conceptos.
- Elaborar las métricas para el diseño del producto. Mediante los resultados de las encuestas.
- Diseñar el producto.
- Determinar la factibilidad técnica y económica.

## **3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 JUSTIFICACIÓN PRACTICA**

Este Proyecto tiene como finalidad acabar con el problema ya mencionado que resultan al trasportar los instrumentos para los estudiantes que llevan el curso de dibujo, en especial la regla T como uno de los instrumentos principales. Al llevarla, cargarla, causa molestias, incomodidad, para los usuarios. Varios de estos problemas se generan principalmente en el momento de transportarla.

### **3.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Este proyecto se justifica en cuanto al desarrollo del método del Massachusetts Institute of Techonology. Mediante este método podremos desarrollar el producto desde un punto inicial, que es la determinación de necesidades hasta un punto final que es el prototipo del producto, siendo este método uno de los más completos actualmente.

### **3.3 JUSTIFICACIÓN PERSONAL**

Este proyecto permite aplicar todos los conocimientos adquiridos en todos los años de estudio en la Universidad, lo cual permitirá al tesista obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

## **4 DELIMITACIONES**

### **4.1 TEMPORAL**

Los estudios se realizaron en el periodo de noviembre 2019 a marzo 2020, Por ser un prototipo no se desarrolló las pruebas mecánicas de materiales por la coyuntura vivida actualmente. (se basará en la información proporcionada por las fichas de información de productos, materiales y ensayos de laboratorios ya desarrollados).

### **4.2 GEOGRÁFICA**

Los estudios se realizaron en la ciudad de Arequipa, situada en el sur del Perú.

## **5 HIPOTESIS**

### **5.1 HIPOTESIS GENERAL**

Dado que el Diseño y Desarrollo una regla T Basado en el Método del Massachusetts Institute of Technology es más completo, es probable que cumpla los estándares y satisfaga las necesidades de los alumnos, mejorando las cualidades de la regla T convencional y su factibilidad técnica y económica.

## 6 VARIABLES

### 6.1 OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 1:** *Identificación de las variables.*

VARIABLE	TIPO	INDICADOR	HERRAMIENTAS
METODO MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	INDEPENDIENTE	PLANEACIÓN DEL PRODUCTO	
		ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	ENCUESTAS , METRICAS
		GENERACIÓN DEL CONCEPTO	PATENTES ,BENCHMARKING
		SELECCIÓN DE CONCEPTO	MATRIZ DE SELECCIÓN DE CONCEPTOS
		PRUEBA DE CONCEPTO	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE CONCEPTOS ENCUESTAS
DISEÑO- REGLA T ENROLLABLE Y ACOPLABLE	DEPENDIENTE	ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	ESQUEMAS DEL PRODUCTO Y AGRUPACIÓN DE ELEMENTOS  DISPOSICIÓN GEOMÉTRICA  ESQUEMA FUNCIONAL
		DISEÑO INDUSTRIAL	PLANOS , DIBUJOS , ESQUEMAS
		DISEÑO DE MANUFACTURA	LISTA DE MATERIALES  DIAGRAMA DE OPERACIONES
		PROPIEDAD INTELECTUAL	MANUAL PARA SOLICITAR PATENTE EN EL PERU Y EN EL EXTRANJERO
		FACTIBILIDAD	PUNTO DE EQUILIBRIO ANALISIS DE ESCENARIOS

Fuente: Elaboracion propia.

## **7 MARCO METODOLOGICO**

### **7.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Campo y Documental. Podemos afirmar que nuestra investigación es de campo, ya que necesitamos la recolección de datos directamente de donde ocurre el problema principal.

Necesitamos dichos datos para poder resolver el problema principal, y de esta manera basándonos en los datos obtuvimos mejorar el estándar y las métricas de nuestro producto innovador.

Afirmando también que es documental, ya que todo lo que se desarrollara del nuevo producto, necesita ser documentado para su mejor uso

### **7.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Esta es una investigación Exploratoria y Descriptiva ya que para Diseñar un producto el cual no está en el mercado, como paso primordial es poder descubrir o explorar, donde estará situado y a qué sector cubrirá la demanda nuestro producto innovador.

Podemos decir que es también descriptiva, ya que después de explorar todas las necesidades y cualidades de nuestro producto, luego de diseñarlo tendremos que describir como funcionarán sus nuevas características y su uso.

### **7.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **7.3.1 SELECCIÓN DE MUESTRA.**

El muestreo será PROBABILÍSTICA, debido a la cantidad de la población de alumnos que se llevan el curso de dibujo Técnico.

### **7.4 UNIDAD DE ANÁLISIS.**

Todos los alumnos que lleven el curso de dibujo técnico, Del Perú.

#### **7.4.1 DELIMITACIÓN DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS.**

Los alumnos que lleven el curso de dibujo técnico de las universidades de Arequipa.



## **CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA**

## 1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

**TITULO:** Diseño de productos Sostenibles para el cantón Provincia de Chimborazo.

**RESUMEN:** Este trabajo de investigación se refiere a la creación o diseño de productos turísticos sostenibles para el cantón de Chimborazo.

Actualmente, el turismo es un factor muy importante en nuestro país, es por esta razón que se ha logrado investigar y andar más a fondo acerca de este factor, se han derivado formas como el ecoturismo, el turismo cultural, comunitario, rural, entre otros.

Todo esto como objetivo de considerarlos como una alternativa y no como un todo o como una única salida para incrementar las fuentes de trabajo, ya que, si bien hablamos de desarrollo local, también debemos considerar este factor como partes integrantes y complementarias de este desarrollo.

Basado en este concepto, el departamento de Turismo del Municipio del Cantón Cumana se encuentra interesado en emprender procesos de desarrollo económico a través del apoyo al mejoramiento de la producción local, implementación de micro y pequeños emprendimientos, sostenibilidad, con el fin de conservar su patrimonio turístico, sobre el cual la administración local insiste centrar sus esfuerzos para este tipo de desarrollo.

Por ende, se espera la sostenibilidad sea asegurada por la población de sector, en donde se fomente su participación para elaborar una oferta diversificada de productos turísticos, entendiéndose con ese que no se enfoque el desarrollo a un solo producto sino a varios.

El poder estructurar productos turísticos los cuales sean sostenibles para el cantón Cumana, nos aportará el beneficio económico, sociocultural, ambiental de cantón, podrá erradicar de alguna manera el desempleo, deforestación, entre otros.

Todo esto podrá generar fuentes e ingresos adicionales en cada una de las diferentes zonas, también la reactivación productiva, logrando esto mantener viva la cultura y tradiciones de la población. Todo esto con objetivo de que esta investigación nos arroje resultados positivos, ya que de estos resultados dependerá el emprendimiento y la inversión que efectué no solo en I. Municipio del Cantón Cumana, sino que también de forma directa todas las instituciones

relacionadas con el sector turístico. (Villalba Bustamante Doris Alexandra, 2014)

**TITULO:** Diseño de una familia de mobiliario para oficinas para ser producidos por la CITE.

**RESUMEN:** La presente investigación tiene como objetivo proponer un diseño de mobiliario multifuncional para espacios reducidos en el país de Ecuador.

Analizando la problemática creciente en las viviendas del Ecuador, que es la falta de espacio en las viviendas, lo cual causa la reducción del confort de los usuarios, al realizar sus actividades cotidianas.

A través de esta investigación se busca proponer o resolver dicho problema, a la vez se pretende aportar a la CITE para su reinserción productiva, ofreciendo de esta manera dicho mobiliario como parte de su catálogo de productos con el que se pretende llegar a tener una producción constante en dicha fabrica. (Salas Espinoza Gabriela, 2016)

## 2. BASES TEORICAS

### 2.1 INNOVACIÓN

Se define como innovación “al proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema” Freeman (como se citó en Medina y Espíndola, 1994, p. 57).

### 2.2 CREATIVIDAD

Tal como se refiere Paredes (2012) refiere que la creatividad es el proceso de presentar un problema a la mente con claridad, ya sea imaginándolo, suponiéndolo, meditando, contemplando, etc. y luego originar o inventar una idea, concepto, noción o esquema según líneas nuevas o no convencionales. Supone estudio y reflexión más que acción. Así mencionado Creatividad es la capacidad de poder ver más allá, esto quiere decir ver nuevas posibilidades y con esto hacer algo al respecto.

### 2.3 DISEÑO

Nos referimos a diseño como la imaginación de un objeto, es decir la actividad de poder proyectar objetos los cuales sean útiles o soluciones algún problema.

El proceso de diseñar empieza con una representación mental, luego de ello esta representación debe ser plasmada en algún formato gráfico, para exhibir cómo será el objeto que se planea realizar.

Este concepto es muy usado en el contexto de artes, ingeniería, arquitectura entre otras disciplinas. (Eames, 2013)

## 2.4 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Tal como señalan Leenders y Wierenga (2008) el desarrollo de nuevos productos es el proceso donde la innovación es el punto inicial, se comienza con una idea la cual llega a terminar en un producto el cual estará disponible en el mercado. Los autores señalan que, si hablamos del mundo de negocios de hoy, no permite a las organizaciones omitir los cambios y tendencias, y mucho menos confiarse en sus productos existentes, la supervivencia y crecimiento de las organizaciones, depende cada vez más de las habilidades para poder desarrollar productos nuevos e innovadores.

Ellos también indican que para la supervivencia de estas no basta solo con desarrollar productos, sino que es muy importante la eficacia al momento de desarrollarlos, así como poder gerenciar de manera correcta su ciclo de vida.

Según Leenders y Wierenga (2008) la existencia de un ciclo de vida del producto, significa que la firma enfrenta dos retos importantes:

Encontrar productos nuevos que puedan remplazar a los productos que estén en su etapa de declinación.

Saber cómo gerenciar de manera óptima cada etapa del ciclo de vida de los productos ya existentes.

Estos retos son todo un proceso, largo, costoso y riesgoso que requiere la aplicación de grandes recursos, donde la responsabilidad es compartida entre las funciones operativas del negocio: marketing, diseño y producción.

## 2.5 DIBUJO TÉCNICO

Se define como Dibujo Técnico “Al sistema de representación gráfico de distintos tipos de objetos. Su fin es brindar la información necesaria para analizar el objeto, ayudar a su diseño y posibilitar su construcción o mantenimiento” (Pérez y Merino, 2013, párr. 2)

Así mencionado el dibujo técnico es considerado como el lenguaje grafico el cual es utilizado para poder comunicar desde las ideas más globales hasta los detalles vinculados con un contenido tecnológico.

Este lenguaje permite describir de forma precisa y clara las dimensiones, formas y características de los objetos materiales (Pérez y Merino, 2013).

## 2.6 INSTRUMENTOS DE DIBUJO

La precisión y exactitud son fundamentales en la representación técnica de formas y objetos. El conocimiento de los útiles para dibujar, así como su calidad, nos permite alcanzar el máximo rendimiento gráfico. Los materiales básicos de que disponemos según Ciriza y Orizabala, (2010) para el dibujo técnico son los siguientes:

- Papeles de dibujo
- Lápices de dibujo
- Gomas de borrar
- Regla T
- Escalímetro
- Transportador
- Plantillas de rotular.
- Plantillas de curvas.
- Plantillas especiales.
- Escuadras
- Compas

## 2.7 REGLA, ESCALIMETRO, ESCUADRA.

Según Ciriza y Orizabala, (2010) son elementos básicos o indispensables para poder realizar cualquier dibujo técnico:

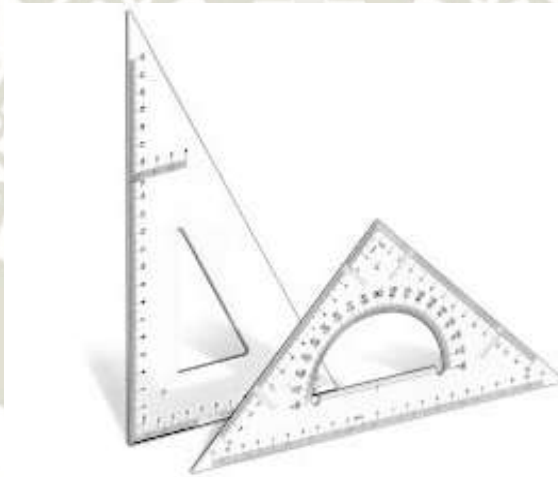
**-Regla:** Es empleada para medir segmentos y trazarlos, su longitud puede oscilar entre 20 y 60 cm, están graduadas generalmente en milímetros.

**- Escalímetro:** Es un tipo especial de regla, la cual posee seis escalas diferentes.

Su objetivo principal es dibujar directamente en un plano a una escala determinada, esto hace que no se tenga que hacer operaciones matemáticas.

**- Escuadra:** Esta regla tiene forma de un triángulo rectángulo isósceles. Por lo tanto, sus dos catetos son de igual longitud y forman con la hipotenusa ángulos de  $45^\circ$ .

**Figura 1 :** *Escuadras*



Fuente: Manual de Dibujo (2010).

## 2.8 REGLA T

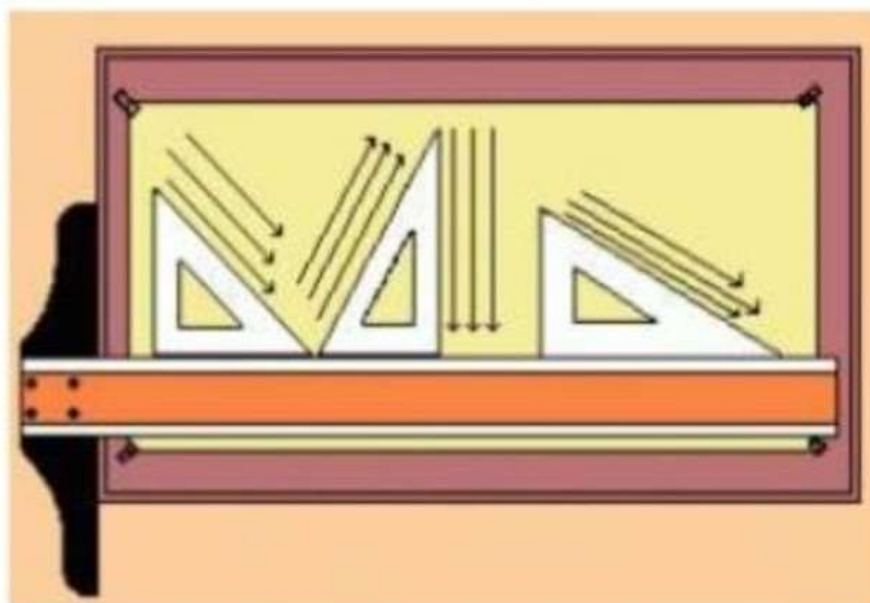
Según Ciriza y Orizabala, (2010) este instrumento de dibujo, recibe este nombre debido a la similitud con la letra T.

También refieren que las reglas T se utilizan en el dibujo técnico, también conocido como trazado. El dibujo técnico requiere trazos precisos y las reglas T son un instrumento para hacerlo. Son los elementos bases o básicos para la elaboración de buenas reproducciones, siendo muy utilizadas en diferentes industrias especialmente en las de construcción.

Este instrumento de dibujo se emplea o utiliza para poder realizar trazos de líneas paralelas horizontales en forma rápida simple y precisa. Otro de sus usos es como punto de apoyo para las escuadras, estas se deslizan de arriba hacia abajo y de un lado al otro, transportando las líneas o ángulos.

La regla T se desliza sobre la mesa de dibujo de arriba hacia abajo, siempre teniendo cuidado de que su cabezal se encuentre bien apoyado sobre dicho canto. (Ciriza y Orizabala, 2010)

**Figura 2 :** *Uso de una Regla T*



Fuente: Manual de Dibujo UCSM (2010)

## 2.9 ARQUITECTURA DE LA REGLA T

La regla T está compuesta por una cabeza, garganta y un cuerpo, este instrumento puede tener una escala en centímetros o en pulgadas. (Lanner, 2015)

**Figura 3:** *Arquitectura de una Regla T*



Fuente: Manual de Dibujo UCSM (2010)

### 3. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente Diseño y Desarrollo del Producto, se ha considerado tener en cuenta los siguientes conceptos:

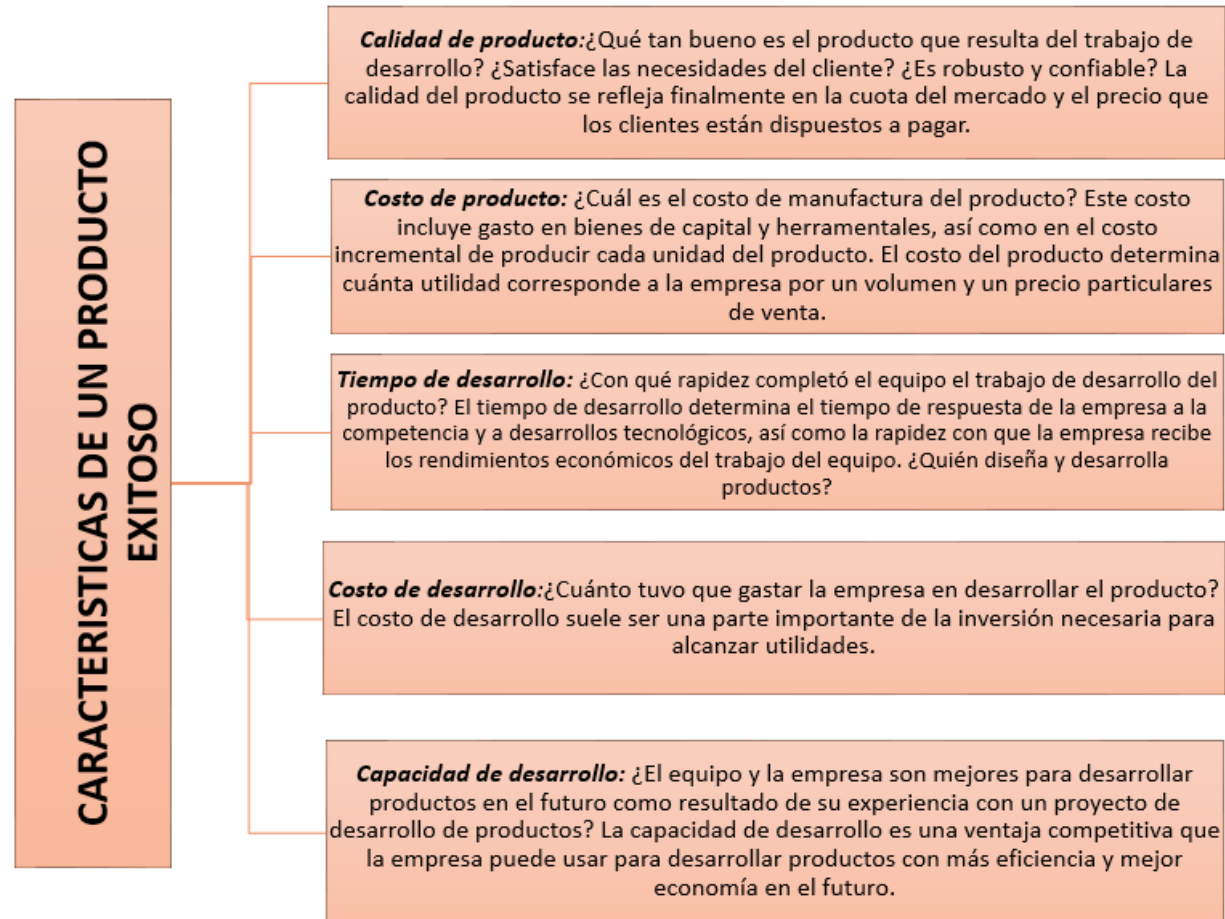
#### 3.1 DESARROLLO DEL PRODUCTO

Se define como Desarrollo de producto "al conjunto de actividades que se inicia con la percepción de una oportunidad de mercado y termina en la producción, venta y entrega de un producto"(Ulrich y Eppinger, 2009, p. 4)

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE UN PRODUCTO NOVEDOSO

En la figura N°4 se indica las dimensiones que debe tener un producto exitoso. Un alto rendimiento de estas dimensiones nos llevara al éxito económico; acompañado de otros criterios importantes que nos darán como resultado un de rendimiento favorable (Ulrich y Eppinger, 2009).

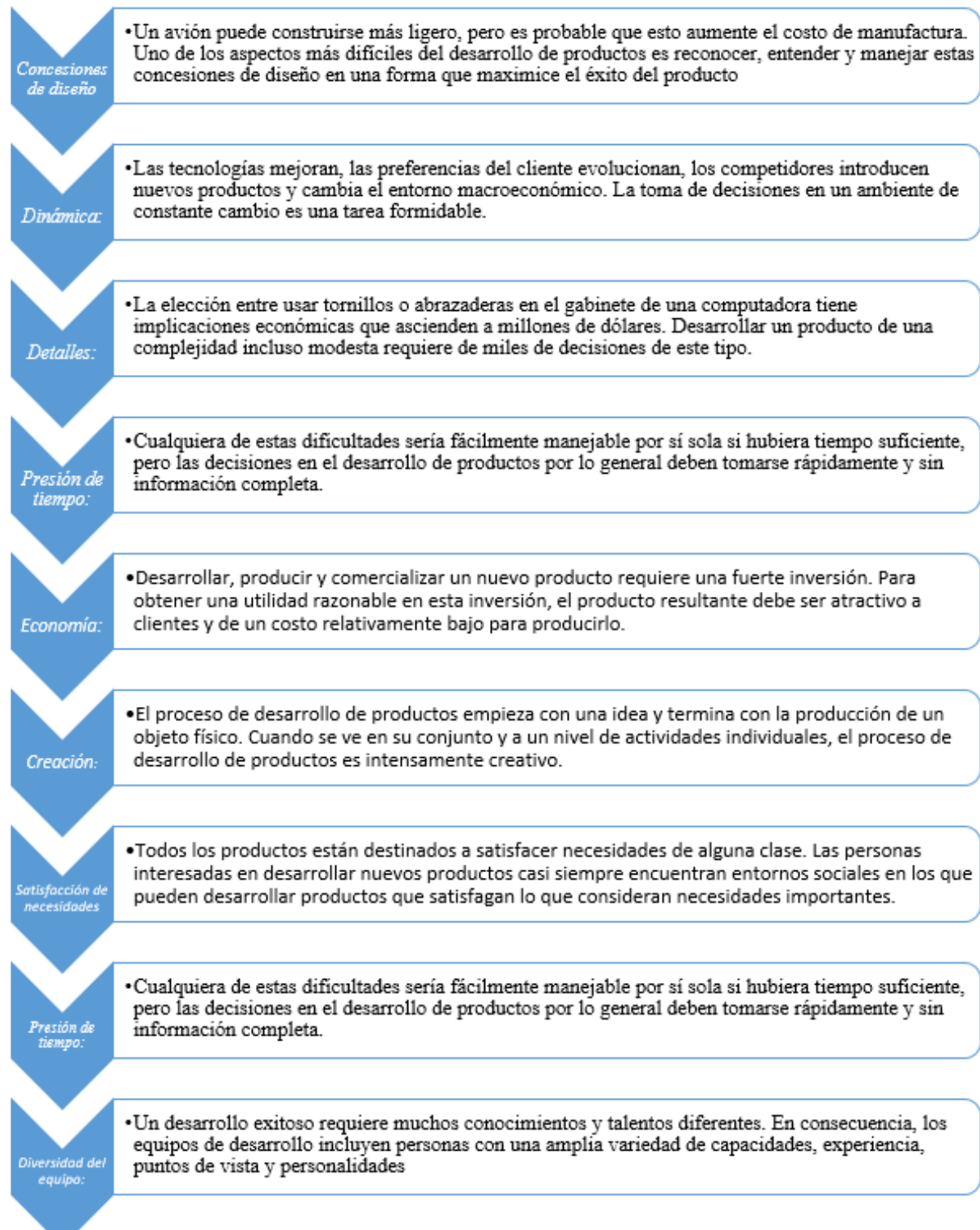
Figura 4 : Características de un Producto Exitoso



Fuente: Elaboracion Propia

### 3.3 RETOS DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO:

Figura 5 : Retos del desarrollo del producto.



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4 METODO MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Según Ulrich y Eppinger, (2009) este método indica el procedimiento para el desarrollo y diseño de productos, desde un paso 0 que es la determinación de necesidades hasta un paso final que es el producto realizado (Prototipo). Este método consta de los siguientes pasos:

#### 3.4.1 PLANEACIÓN DEL PRODUCTO.

Para Ulrich y Eppinger, (2009) es el paso cero o el paso inicial en el diseño y desarrollo de productos, esta comprende 5 etapas:

- Identificar oportunidades
- Evaluar y dar prioridad a proyectos
- Asignar recursos y planear tiempos
- Completar la planeación del anteproyecto
- Reflejar en los resultados y el proceso.

#### 3.4.2 DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD.

Este punto es sumamente importante ya que identificar las necesidades de los clientes, es un parte fundamental o esencial de la fase del desarrollo de un producto.

Ulrich y Eppinger, (2009) refieren que las necesidades que resulten, tienen como objetivo guiar al equipo en poder establecer las especificaciones que tendrá el producto, generar conceptos, y seleccionar un concepto para que posteriormente se desarrolle. Este proceso comprende 5 etapas:

- Resumir datos sin procesar, dados por los clientes
- Interpretar los datos sin procesar en términos de las necesidades de los clientes.
- Organizar las necesidades en una jerarquía

- Establecer la importancia relativa de las necesidades.
- Reflejar en los resultados y proceso.

### 3.4.3 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Como comentan Ulrich y Eppinger, (2009) las necesidades ya establecidas en el paso anterior, casi siempre reflejan lo que piensa y quiere el cliente en pocas palabras “lenguaje del cliente”.

Por ende, con las necesidades ya establecidas, los equipos de desarrollo establecen un conjunto de especificaciones los cuales tienen como objetivo explicar en detalle lo que el producto tiene que realizar o hacer para que este pueda ser exitoso en el mercado.

Estas especificaciones tienen como objetivo principal reflejar las necesidades encontradas del cliente, para poder diferenciar el producto con respecto a los demás, y sea rentable. Este paso comprende 4 etapas:

- Elaborar la lista de métricas.
- Recolectar información de comparaciones (benchmarking) con la competencia.
- Establecer valores objetivo ideales y marginalmente aceptables.
- Reflexionar en los resultados y el proceso

#### ***-Especificaciones:***

Se llama especificación del producto a las descripciones precisas de lo que nuestro producto tiene que ser o cumplir.

También podemos decir que especificaciones del producto son las “características” o “requisitos del producto. (Ulrich y Eppinger, 2009)

**Tabla 2:** Necesidades del cliente para la horquilla de suspensión y su importancia relativa .

Num.	Necesidad	Imp.
1	La suspensión Reduce la vibracion a las manos.	3
2	La suspensión Permite un recorrido facil en terreno lento y dificil.	2
3	La suspensión Hace posibles descensos a alta velocidad en veredas llenas de baches.	5
4	La suspensión Permite ajustar la sensibilidad.	3
5	La suspensión Mantiene las características de direccion de la bicicleta.	4
6	La suspensión Permanece rigida en vueltas cerradas.	4
7	La suspensión Es ligera en peso.	4
8	La suspensión Contiene puntos rigidos de montaje para los frenos.	2
9	La suspensión Se ajusta a una amplia variedad de bicicletas, rines y llantas.	5
10	La suspensión Es facil de instalar.	1
11	La suspensión Trabaja con guardafangos.	1
12	La suspensión Inspira orgullo	5
13	La suspensión Es accesible para un amateur entusiasta.	5
14	La suspensión No se contamina con agua	5
15	La suspensión No se contamina con polvo.	5
16	La suspensión Es de facil acceso para mantenimiento.	3
17	La suspensión Permite la facil reposicion de piezas desgastadas.	1
18	La suspensión Permite un mantenimiento con herramientas sencillas.	3
19	La suspensión Tiene una larga vida util.	5
20	La suspensión Es segura en un choque.	5

Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

Comentario : En la tabla N° 2, se indica las necesidades primarias del cliente, tales como “fácil de instalar” o “permite la fácil reposición de piezas desgastadas” las cuales son de suma importancia. Según Ulrich y Eppinger se evalúan las necesidades del cliente con respecto a la siguiente valoración: le damos el valor del 1 al 5. Dándole el valor 1 a la necesidad menos importante, y 5 a la más importante.

- **Métricas:** Usamos las métricas, para poder saber de manera directa el grado al cual nuestro producto satisface las necesidades del cliente.

Es muy importante saber que la relación entre las necesidades del cliente y las métricas es esencial para todo el concepto de especificaciones.

**Tabla 3 :** Lista de métricas para la suspensión

Nº Metrica	Núm. De necesidad	Métrica	Imp.	Unidades
1	1,3	Atenuación al tomar el manubrio a 10 Hz	3	dB
2	2,6	Precarga de resorte	3	N
3	1,3	Valor máximo en el Monster test	5	g
4	1,3	Tiempo mínimo de descenso en piso prueba	5	s
5	4	Rango de ajuste del coeficiente de amortiguamiento	3	N-s/m
6	5	Carrera máxima(rueda de 26 pulgadas )	3	mm
7	5	Distancia a la línea central	3	mm
8	6	Rigidez lateral en pivotes de freno	3	kN/m
9	7	Masa total	4	kg
10	8	Rigidez lateral en pivotes de freno	2	kN/m
11	9	Medidas del cabezal	5	pulgadas
12	9	Longitud del tubo de dirección	5	mm
13	9	Medidas de las ruedas	5	lista
14	9	Ancho máximo del neumático	5	pulgadas
15	10	Tiempo para ensamblar el bastidor	1	s
16	11	Compatibilidad del guardafangos	1	lista
17	12	Inspira orgullo	5	Subj.
18	13	Costo unitario de manufactura	5	US\$
19	14	Tiempo en cámara de aspersion sin entrada de agua	5	s
20	15	Ciclos de cámara de lodo sin contaminación	5	Kilociclos
21	16, 17	Tiempo de desensamble/ensamble para mantenimiento	3	s
22	17, 18	Herramientas especiales necesarias para mantenimiento	3	lista
23	19	Duración de prueba UV para degradar piezas de hule	5	hr
24	19	Ciclos de Monster antes de falla	5	Ciclos
25	20	Prueba de estándares industriales de Japón	5	Binaria

Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

Comentario: En la tabla N° 3 se indica la lista de métricas. Una buena opción para desarrollar esta lista es analizar cada tipo de necesidad, así como también se debe considerar que característica precisa del producto reflejara el grado en el cual se satisface dicha necesidad.

Se debe tener en cuenta que lo ideal es que solo se encuentre una métrica para cada necesidad, pero en la práctica esto no es posible, ya que se podrá encontrar varias métricas para una sola necesidad.

***-Benchmarking:***

Se llama Benchmarking, a recabar o juntar toda la información posible de la competencia, esto es muy útil ya que ya que la información recibida de la competencia nos ayuda a tomar decisiones de posicionamiento. (Ulrich y Eppinger, 2009)

Comentario: En la tabla N° 4 se observa las comparaciones contra la competencia, las columnas corresponden a productos de la competencia y las filas a las métricas, las cuales fueron elaboradas y establecidas en el paso anterior.

**Tabla 4:** Tabla de comparación con la competencia (Benchmarking) basada en métricas.

Métrica Núm.	Núm. De necesidad	Métrica	Imp.	Unidades	ST Tritrack	Mariray 2	Rox Tahx Quadra	Rox Tahx Ti 21	Tonka Pro	Gunhill Head Shox
1	1.3	Atenuación al tomar el manubrio a 10 Hz	3	SB	8	15	10	15	9	13
2	2.6	Precarga de resorte	3	N	550	760	500	710	480	680
3	1.3	Valor máximo en el Monster test	5	g	3.6	3.2	3.7	3.3	3.7	3.4
4	1.3	Tiempo mínimo de descenso en piso prueba	5	s	13	11.3	12.6	11.2	13.2	11
5	4	Angulo de ajuste de coeficiente de amortiguamiento	3	N-s/m	0	0	0	200	0	0
6	5	Carrera máxima (rueda de 26 pulgadas)	3	mm	28	48	43	46	33	38
7	5	Distancia a la línea central	3	mm	41.5	39	38	38	43.2	39
8	6	Rigidez lateral en la punta	3	kN/m	59	110	85	85	65	130
9	7	Masa total	4	Kg	1.409	1.385	1.409	1.364	1.222	1.1
10	8	Rigidez lateral en pivotes de freno	2	kN/m	295	550	425	425	325	650
11	9	Medidas de cabezal	5	pulgadas	1.000 1.125	1.000 1.125 1.250	1.000 1.125	1.000 1.125 1.250	1.000 1.125	NA
12	9	Longitud del tubo dirección	5	mm	150 180 210 230 255	140 165 190 210	150 170 190 210	150 175 190 210 230	155 190 210 220	NA
13	9	Medidas de las ruedas	5	Lista	26 pulgadas	26 pulgadas	26 pulgadas	26 pulgadas	26 pulgadas	26 pulgadas

Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

### 3.4.4 GENERACIÓN DEL CONCEPTO

Según Ulrich y Eppinger, (2009) generar el concepto de un producto es dar una descripción aproximada de la forma, principios y la tecnología del producto propuesto. Una buena generación de concepto va en relación directa con el grado de satisfacción de los clientes.

Este proceso de generar un concepto adecuado inicia con un conjunto de necesidades (las que se busca satisfacer) y especificaciones objetivo (dadas por el cliente), la relación de estas nos dará un conjunto de conceptos del producto, del cual se hará una selección final.

En la mayoría de los casos se desarrollará varios conceptos, de los cuales de 5 a 10 merecerán ser, durante la subsiguiente actividad de selección del concepto. Este comprende 5 etapas:

**-Aclarar el problema:** Esta etapa ayuda a poder entender el problema en su totalidad, y descomponerlo en sub-problemas más sencillos.

**-Buscar externamente:** En esta etapa se debe reunir información de usuarios líderes como: expertos, patentes, productos relacionados, etc.

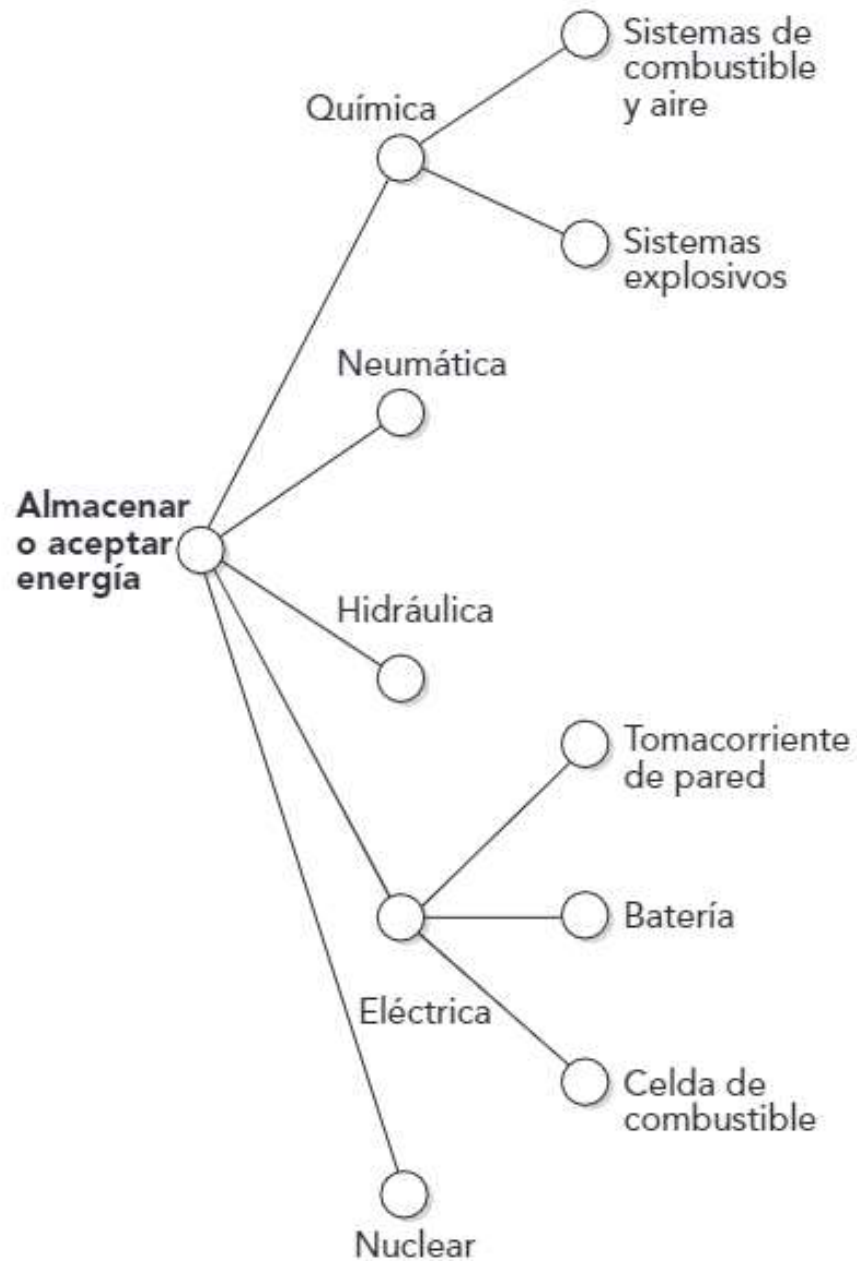
**-Buscar internamente:** En esta etapa se debe realizar métodos individuales y grupales aplicando un conocimiento personal, acerca del problema.

**-Explorar sistemáticamente:** En esta etapa se usan arboles de clasificación y tablas de combinación para poder organizar las ideas y pensamiento del equipo para poder organizar el pensamiento del equipo y brindar soluciones.

**-Árbol de clasificación:** Tiene como estructura la forma de un árbol, las ramas representan un conjunto de decisiones, las cuales tienen como objetivo generar decisiones para la clasificación de un conjunto de datos.

Esta herramienta es muy útil, para generar todas las posibilidades soluciones de un problema. (Ulrich y Eppinger, 2009)

**Figura 6 :** *Árbol de clasificación para los fragmentos del concepto de fuente de energía para la pistola de clavos*



Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

Comentario : En la figura N °6 nos ejemplifica un árbol de concepto de una pistola de clavos, las ramas indican diferentes fuentes de energía.

*-Reflexionar sobre las soluciones y el proceso:* Identificar oportunidades, con la finalidad de mejorar para las siguientes interacciones.

### 3.4.5 SELECCIÓN DEL CONCEPTO

Ulrich y Eppinger, (2009) refieren que este paso permite evaluar, calificar y analizar los conceptos seleccionados en el paso anterior, esta evaluación se hace respecto a las necesidades del cliente y otros criterios de selección. Se compara las ventajas y desventajas de los conceptos, seleccionando de esta manera uno o más para su posterior investigación o desarrollo. Este comprende 6 etapas:

- Elaborar la matriz de selección
- Calificar los conceptos
- Evaluar los conceptos
- Combinar y mejorar los conceptos
- Seleccionar uno o más conceptos
- Meditar sobre los resultados y el proceso

### 3.4.6 PRUEBA DEL CONCEPTO

Como comenta Ulrich y Eppinger, (2009) este paso es sumamente importante ya que nos ayuda o facilita la recopilación de información o una respuesta directa de los clientes potenciales acerca de la descripción de nuestro concepto seleccionado. Así mismo refieren que este paso a diferencia de la selección de concepto, se basa en obtener la mayor cantidad de información o datos directamente recopilados de los clientes potenciales, todo esto con el objetivo de verificar que las necesidades del cliente han sido satisfechas de manera adecuada por el concepto seleccionado del producto, evalúa el potencial de ventas y reúne toda la información para poder refinar, mejorar y analizar el concepto del producto. Este paso comprende 7 etapas:

**Figura 7 : Etapas de la Prueba de Concepto.**



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.7 ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

Se define como arquitectura del producto “al esquema por el cual los elementos funcionales de nuestro producto, se integran en trozos físico” (Ulrich y Eppinger, 2013, p. 230)

Así mismo indican que este paso se establece durante el desarrollo del concepto y las fases de desarrollo del nivel diseño a nivel del sistema.

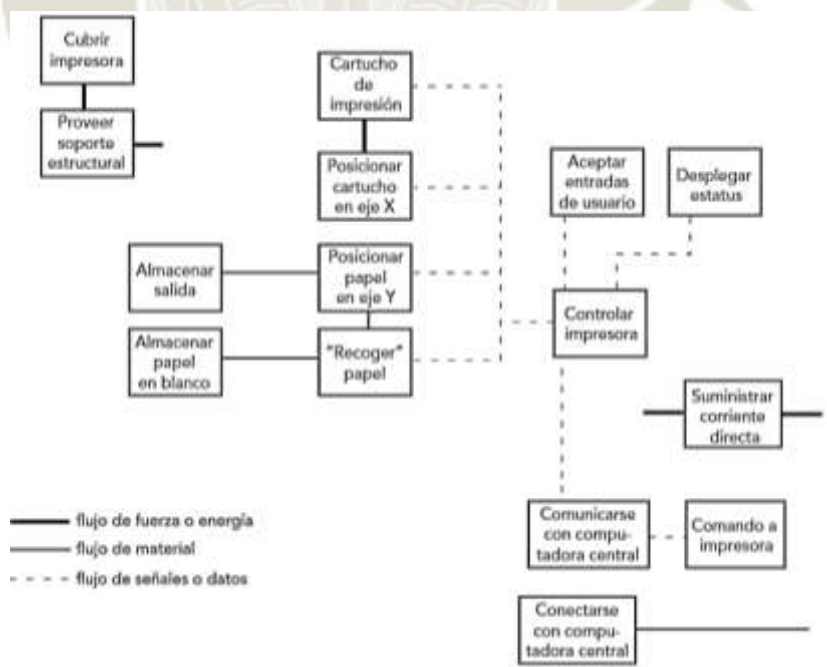
**- *Establecimiento de la Arquitectura:***

Se recomienda un método de cuatro etapas para estructurar el proceso de decisión, para eso se pondrá un ejemplo: La impresora Deskjet.

**- *Crear un esquema del producto.***

Este esquema representa la idea que se tiene o aprecia de los elementos constructivos que poseerá el producto propuesto.

**Figura 8 : Esquema de la impresora DeskJet.**



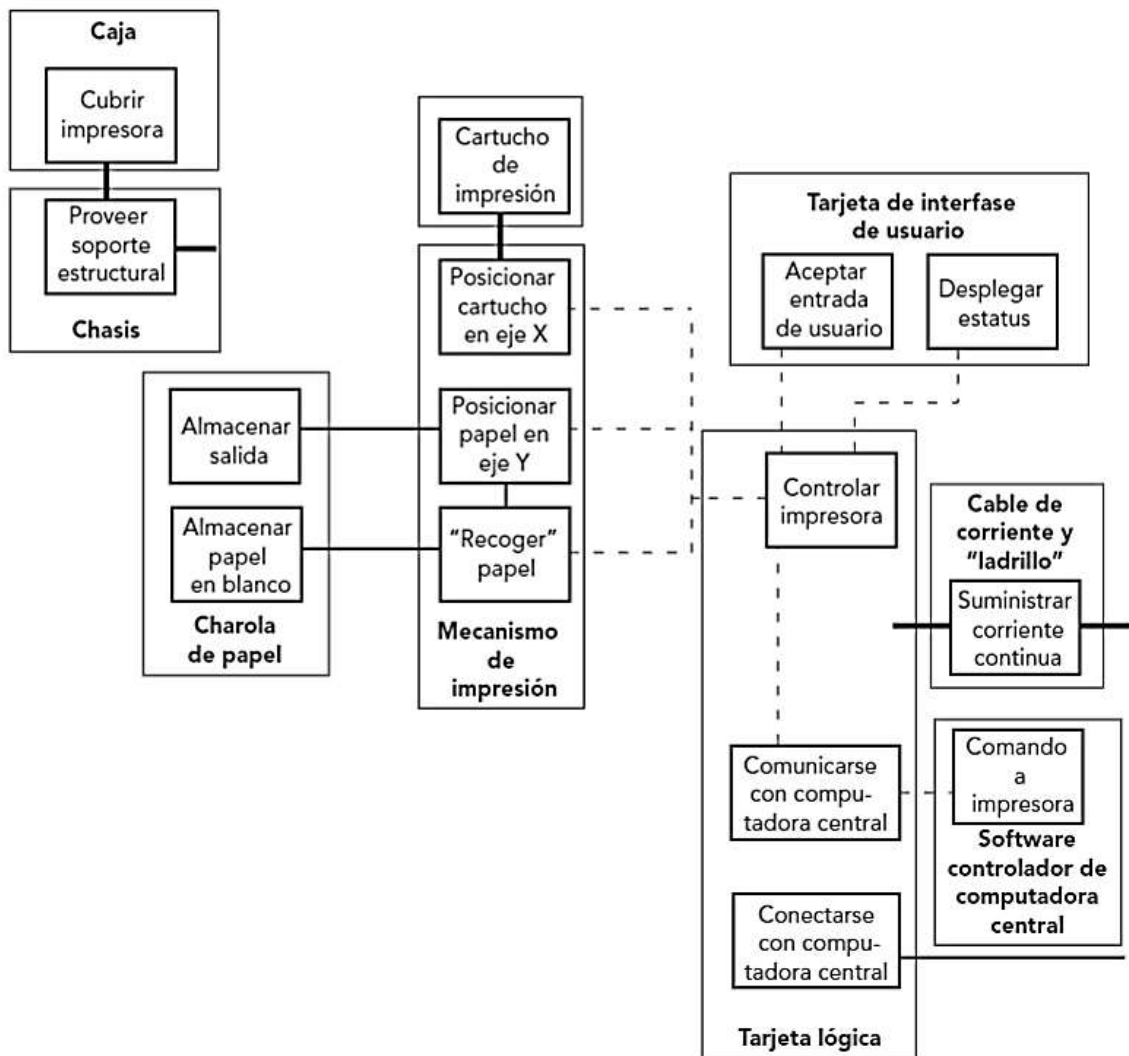
Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

Comentario : En la figura N°8, se ilustra un esquema para la impresora DESKJET, en la cual encontramos elementos de conceptos físicos, como la trayectoria de entrada y salida del papel, otros elementos corresponden a componentes críticos como el cartucho, por ejemplo, el cartucho de impresión que el grupo espera usar.

✓ *Agrupar los elementos del esquema.*

Aquí se debe asignar cada uno de los elementos de nuestro esquema en trozos.

**Figura 9 :** *Esquema de la impresora DeskJet, agrupada en trozos.*

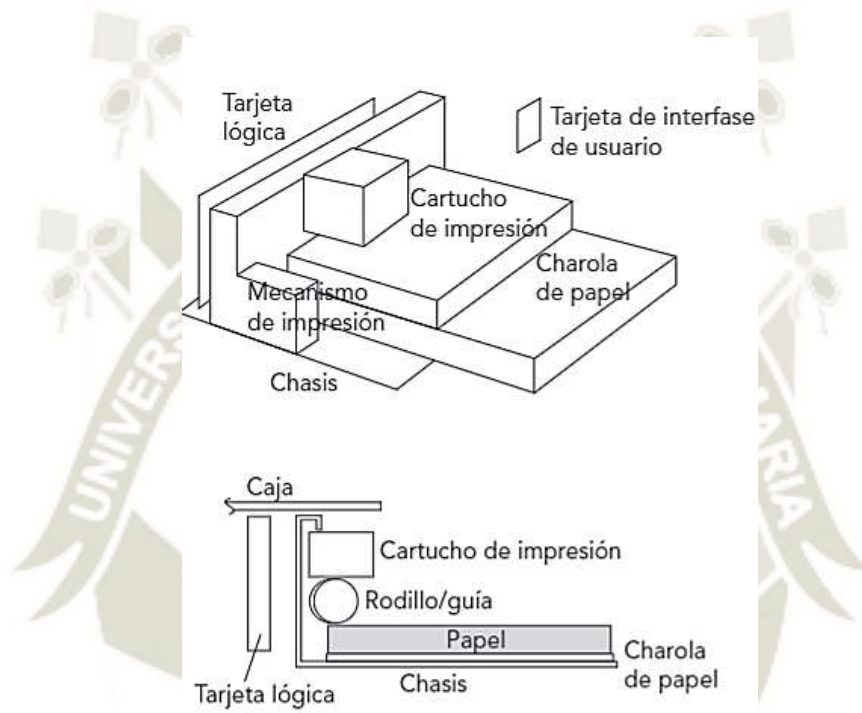


Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

✓ **Crear una disposición geométrica aproximada.**

Se debe elaborar una disposición geométrica, la cual puede ser elaborada en dos o tres dimensiones, para ello se recomienda utilizar planos, dibujos, esquemas desarrollados en computadora o físicamente.

**Figura 10 :** Esquema de la impresora DeskJet, agrupada en trozos.



Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

✓ **Identificar las interacciones fundamentales e incidentales.**

Se puede clasificar las interacciones en dos categorías:

**- Interacciones fundamentales:**

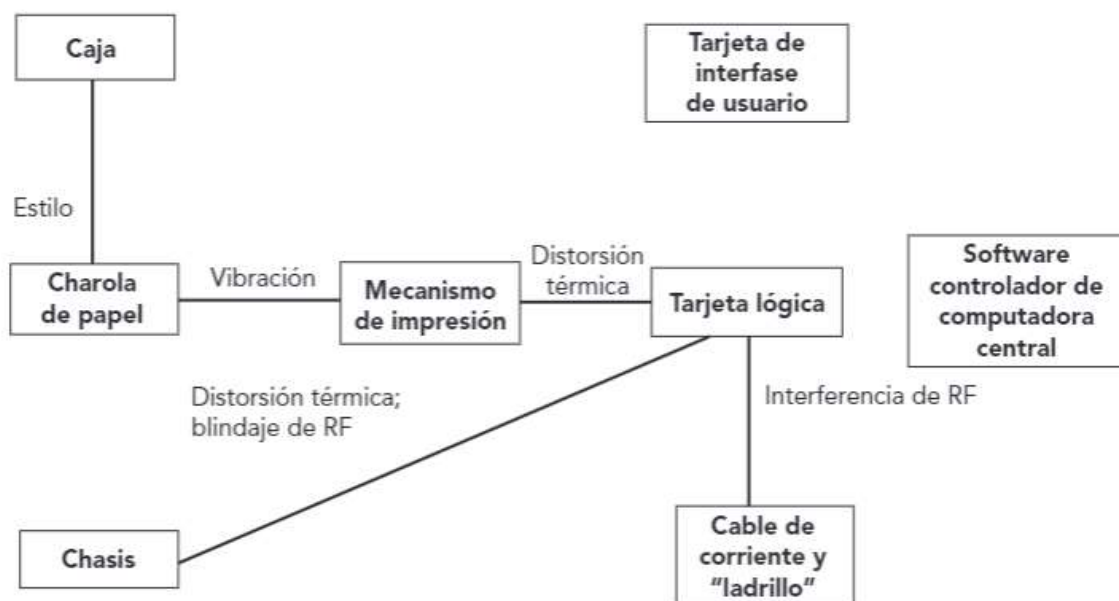
Son las que corresponden a las líneas del esquema que conectan los trozos unos con otros. Ejemplo: una hoja de papel pasa de la charola del papel al mecanismo de impresión. Esta interacción es planeada y debe estar bien entendida, incluso desde el primer esquema, dado que es fundamental para la operación del sistema. (Diseño y Desarrollo de Productos ,2009)

**- Interacciones incidentales:**

Estas interacciones resultan de la activación física particular de elementos funcionales o arreglo geométrico de los trozos

Ejemplo: las vibraciones inducidas por los activadores de la charola de papel podrían interferir con la ubicación precisa del cartucho de impresión en el eje X.

**Figura 11:** Diagrama de Interacción Incidental.



Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

Comentario: En la figura N° 11 se indica una posible interacción para la impresora Deskjet, el cual está representando las interacciones incidentales ya conocidas.

### 3.4.8 DISEÑO INDUSTRIAL

Ulrich y Eppinger, (2009) indican que es en este paso donde se introduce el concepto y características del diseño industrial, explica sus beneficios a la calidad del producto ilustrando la forma en que tiene lugar el proceso del diseño industrial.

El objetivo principal del Diseño Industrial es diseñar todos los aspectos de un producto que se relacionan directamente con el usuario: estética y ergonomía.

Se debe considerar para los productos que tengan alta interacción con el usuario, es decir tienen la necesidad de un atractivo estético el paso de Diseño Industrial en todo el proceso y no solo al final.

Ya que mientras más usado o visto por las personas más dependerá directamente de un buen diseño para su éxito.

Por otro lado, se indica que una temprana intervención de los diseñadores industriales ayudara a que la estética y los requisitos del usuario no sean obviados por el personal técnico.

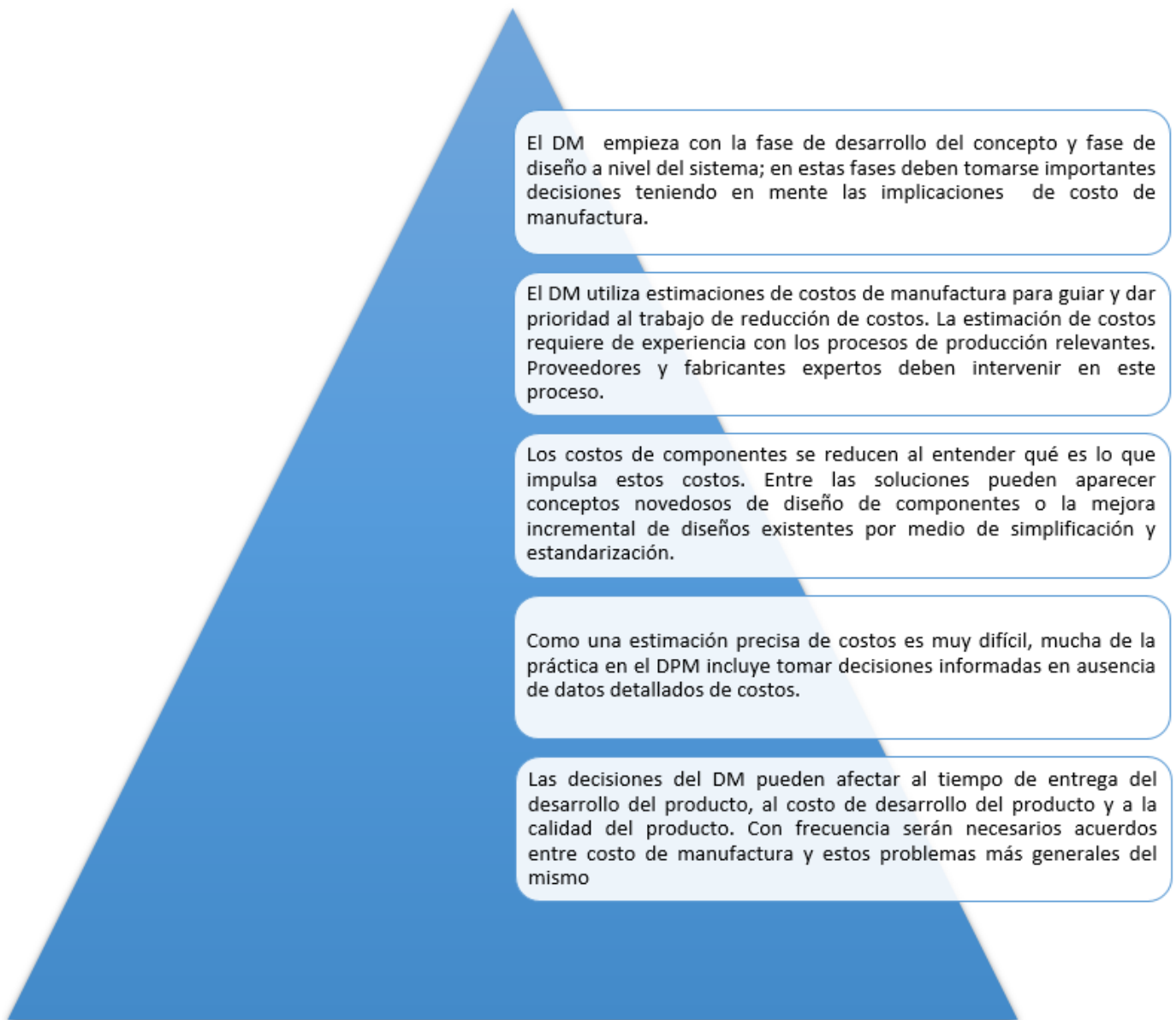
Un buen Diseño industrial en el desarrollo de un producto ayuda a promover y facilitar la buena comunicación entre las partes del equipo.

Esta buena comunicación facilita la coordinación, la cual produce una mejor calidad y mejor desarrollo del producto.

### 3.4.9 DISEÑO DE MANUFACTURA

Según Ulrich y Eppinger, (2009) este paso está destinado a ver el proceso de manufactura y su costo, con el objetivo de poder reducir costos, mejorar el procedimiento, la calidad, tiempo y costo de desarrollo del producto.

**Figura 12 :** *Diseño de Manufactura.*



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.10 CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS

Ulrich y Eppinger, (2009) nos indican que el desarrollo de un producto casi siempre requiere de la construcción y prueba de prototipos los cuales tienen que estar bien elaborados.

#### *- Prototipos:*

Hablamos de prototipo a la aproximación al producto en una o más dimensiones de interés.

Dichos prototipos se pueden clasificar de manera útil en dos dimensiones:

- 1) El grado al cual son físicos, en oposición a analíticos.
- 2) El grado al cual son integrales, en oposición a enfocados.

Los prototipos tienen como objetivo poder aprender, comunicar y alcanzar hitos.

Si bien crear prototipos tiene como propósito cumplir los objetivos antes mencionados, los prototipos físicos son mucho mejores para el objetivo de comunicación y si hablamos de prototipos integrales son mejores para integración y alcance de hitos.

Varios principios son útiles para guiar decisiones acerca de prototipos durante el desarrollo de un producto:

- Los prototipos analíticos son generalmente más flexibles que los físicos.
- Los prototipos físicos se usan para detectar fenómenos imprevistos.
  - Un prototipo puede reducir el riesgo de costosas iteraciones
  - Un prototipo puede facilitar otros pasos de desarrollo
  - Un prototipo puede reestructurar dependencias de trabajo

Actualmente contamos con el modelado en CAD 3D , INVENTOR entre otras programas de diseño, estas tecnologías de fabricación han reducido el costo y tiempo relativo requeridos para poder crear y analizar prototipos.

Un método de cuatro pasos para planear un prototipo es:

- *Elegir un formato de encuesta:*
- *Definir el propósito del prototipo.*
- *Establecer el nivel de aproximación del prototipo*
- *Bosquejar un plan experimental.*
- *Crear un calendario para adquisición, construcción y prueba*

#### **4 MARCO LEGAL**

##### **4.1 PATENTES Y PROPIEDAD INTELECTUAL**

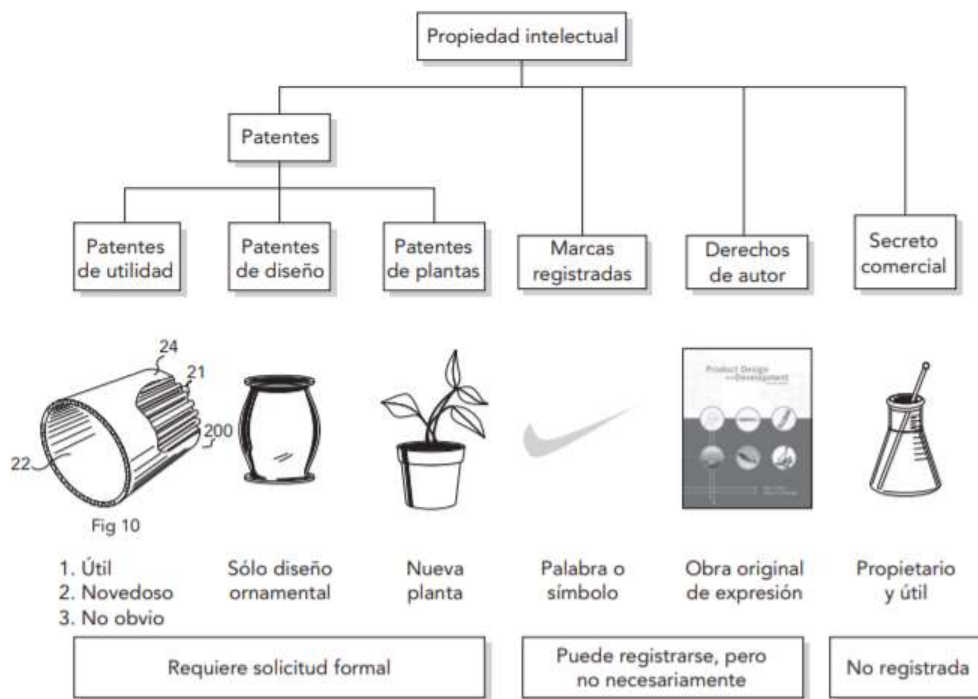
Según Ulrich y Eppinger, (2009) para este paso se debe considerar los siguientes términos básicos.

##### **- *Propiedad Intelectual:***

Debemos de considerar cuatro tipos de propiedad intelectual, estos son relevantes para el diseño y desarrollo de un producto.

- Patente
- Marca registrada
- Secreto Comercial
- Derecho de Autor

**Figura 13 :** *Taxonomía de Tipos de Propiedad Intelectual.*



Fuente: Diseño y Desarrollo de Productos (2009)

Comentario: La figura N° 13 muestra una taxonomía de tipos de propiedad intelectual. Se puede decir que los cuatro tipos de propiedad pueden estar presentes en un solo producto, pero en la mayoría de los casos el producto se clasifica en uno de las cuatro categorías de Propiedad Intelectual.

**- Patente:**

Se considera patente al monopolio temporal, el cual es entregado por el gobierno al inventor del producto por un tiempo determinado.

Todo con el objetivo de que nadie más pueda usar o vender el producto inventado

Contamos con dos tipos de patentes: las de diseño y patentes de utilidad.

✓ **Las patentes de diseño**

También llamada como “derecho de autor” este tipo de patente están limitadas a un diseño ornamental, lo cual las hace muy escasas.

Tener estas patentes dan el derecho legal de que nadie pueda producir o

vender el producto.

✓ ***Patentes de utilidad:***

Este tipo de patente, es una invención la cual está relacionada a una nueva máquina, artículo o proceso.

Debemos de tener en cuenta que las características de las patentes para que puedan ser registradas son:

-**Útiles:** La invención patentada debe ser útil para alguien en alguna situación o contexto.

- **Novedosas:** Las invenciones novedosas son aquellas que no son conocidas públicamente y por lo tanto no son evidentes en productos existentes, publicaciones o patentes anteriores. La definición de novedad se relaciona con divulgaciones de la invención real que también ha de patentarse.

-**No obvias:** La ley de patentes define como invenciones obvias aquellas que claramente serían evidentes a quienes tengan “capacidad ordinaria en el arte” y que enfrentan el mismo problema que el inventor.

✓ ***Marca registrada:***

Considerado como un “derecho exclusivo” para usar un nombre o símbolo específico, el cual es otorgado al inventor.

✓ ***Secreto comercial:***

Considerado como una “ventaja competitiva” a su negocio o comercio, la cual se mantiene en secreto.

Este no es conferido por el gobierno, es decir el que cuida el secreto o la ventaja competitiva es la empresa, negocio o industria beneficiada, para evitar que la información que se guarda sea descubierta o sea divulgada.

Uno de los secretos comerciales más valiosos es la fórmula de coca

cola, el cual ha sido sumamente guardado.

✓ ***Derecho de autor:***

Considerado como un “derecho exclusivo”, para copiar y distribuir una obra original de expresión, la cual puede ser gráfica, musical, artística, entre otras,

Este derecho se lo otorga el gobierno. El registro de un derecho de autor es posible pero no necesario. Un derecho de autor entra en vigor con la primera expresión tangible de la obra y dura hasta 95 años. Este capítulo se enfoca en patentes.

#### **4.2 REGISTRO DE MARCAS Y PATENTES EN PERU**

Los consumidores identifican y adquieren productos o servicios al reconocer básicamente una marca o logotipo. ¿Pero qué hay detrás de todo esto? Es de suma importancia que los inventores se protejan de los falsificadores, es decir de las personas que usan marcas similares e inventos de productos o servicios inferiores y que potencialmente pueden aprovechar las marcas o patentes que se han ganado con tanto esfuerzo renombre y prestigio.

El Proceso de Registro de Marcas y patentes en el Perú a cargo de INDECOPI suele ser un poco tedioso y confuso, si no se tiene claro cuáles son las diferencias entre dos conceptos y si no contamos con asistencia legal con el objetivo de que el proceso se desarrolle de forma sencilla y sin tener contratiempos.

Según Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y Protección de la Propiedad, (2020) tenemos los siguientes conceptos:

***-Marca:***

Se definen como un signo utilizado para diferenciar y distinguir productos o servicios en el mercado. Así mismo si se habla de marca se habla de dos características fundamentales.

- ✓ Debe ser posible representado gráficamente.

✓ Debe tener un carácter distintivo.

**-Patentes:**

Titulo otorgado por el Estado al creador o propietario de una invención para ejercer el derecho exclusivo de vender una invención durante el periodo determinado de validez y en un territorio específico.



**Tabla 5** :Principales características para el registro de marcas y patentes en el Perú

<b>Marcas</b>	<b>Patentes</b>
<p>Pueden estar constituidas por palabras, dibujos, letras, números o paquetes, objetos, emblemas o elementos figurativos.</p> <p><b>Autoridades Competentes</b> Dirección de señales Distitivas <b>(DSD) - INDECOPI.</b></p> <p><b>Duración del proceso de registro</b> 4 meses.</p> <p><b>Validez del Registro</b> 10 años, renovables por iguales periodos.</p> <p><b>Leyes y estándares aplicables</b></p> <p><b>Estándar Nacional:</b> Decreto Nacional 1075 Andean <b>Estándar:</b> Decisión 486 Acuerdos <b>Internacionales:</b> Acuerdo de París; Convención de Washington.</p>	<p>Debe ser innovador, tener un nivel inventivo, y una clara y completa descripción de la invención</p> <p>Dirección de Invenciones y Nuevas Tecnologías <b>(DIN) - INDECOPI</b></p> <p>3 años (aprox.)</p> <p>20 años, con validez de mantenimiento por iguales periodos</p> <p><b>Estándar Nacional:</b>Decreto Nacional 1075 Andean <b>Estándar:</b>Decisión 486 y 689 <b>Acuerdos Internacionales:</b>Tratado de Cooperación para Patentes;Acuerdo de París;Convención de Washington.</p>

Fuente: INDECOPI (2020).

### 4.3 PROCESO DE REGISTRO DE MARCAS Y PATENTES EN PERU

Según INDECOPI (2020), si se habla de registro de patentes, debemos basarnos en la Ley de Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA), de la Dirección de Invenciones y Nuevas Tecnologías, tenemos que considerar los siguientes requisitos.

✓ **Costo:**

El costo de los derechos de presentación de la solicitud equivale al 35.20 % de la UIT (Unidad Tributaria Peruana). La solicitud debe contar con los siguientes datos:

(I) Nombre, dirección y nacionalidad del inventor

(II) título o denominación de la invención

(III) descripción de la invención; también se requieren uno o más dibujos en caso de que sea necesario comprender la invención

(IV) Uno o más reclamos

(V) Resumen de la invención

✓ **Documento de Prioridad:**

Perú es miembro del Acuerdo de París. Se puede reclamar prioridad con base en una solicitud de patente presentada dentro de los últimos doce (12) meses. Para esto, se debe presentar una copia certificada a la solicitud dentro de los dieciséis (16) meses posteriores a la fecha de presentación de la solicitud cuya prioridad se reivindica. Esto será certificado por la autoridad emisora.

✓ **Documento de Transferencia /Asignación:**

En el caso de que la persona que solicita la patente es una persona diferente al inventor, es necesario que se presente además de la solicitud una escritura de transferencia del inventor al solicitante, esta tiene que ser legalizada por un

consulado peruano.

Esta escritura debe presentarse dentro de los dos meses posteriores a la fecha de presentación de la solicitud peruana.

✓ ***Traducción al español:***

Hablamos de ello cuando una patente se describe en un idioma distinto al español, es necesario que se adicione su traducción al español.

#### **4.4 COMO SE DEBE PRESENTAR UNA SOLICITUD DE PATENTE EN PERU**

Según INDECOPI, (2020) para poder solicitar una patente en Perú, se debe presentar un conjunto de documentos

En la figura N°14 se indica lo documentos necesarios para la presentación de una solicitud de patente, se tiene que tener en cuenta que para que la fecha de presentación de esta solicitud sea válida y este admitida, debe contener: Formulario con los datos del solicitante, donde se indica que se está solicitando una patente de invención o modelo de utilidad, todo esto tiene que estar adjuntado con la descripción de la invención y el comprobante de pago correspondiente.

**Figura 14** :*Documentos para la presentación de una solicitud de patentes.*

1. Formulario de solicitud (F-DIN-01), en el cual se consignan los datos de identificación del solicitante, inventor y representante (apoderado), así como el título de la invención y la indicación que especifique si es una patente de invención o una patente de modelo de utilidad.
2. Documento técnico que comprende:
  - Descripción o memoria descriptiva,
  - Dibujos, para facilitar la comprensión de la invención,
  - Reivindicaciones, y
  - Resumen.
3. Comprobante de pago correspondiente a la tasa por presentación de solicitud establecida en el Texto Único de Procedimientos Administrativos del INDECOPI (TUPA).
4. Otros documentos que se deberá presentar, de ser necesario:

Poder, en caso el solicitante decida nombrar a un apoderado que lo represente durante el trámite.

  - a. Cesión del derecho a la patente del inventor hacia el solicitante, en caso el inventor no sea el solicitante,
  - b. Contrato de acceso, cuando los productos o procedimientos cuya patente se solicita han sido obtenidos o desarrollados a partir de recursos genéticos oriundos del Perú o de sus productos derivados,
  - c. Documento que acredite la licencia o autorización de uso de los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, afroamericanas o locales, cuando los productos o procedimientos cuya protección se solicita han sido obtenidos o desarrollados a partir de dichos conocimientos, y
  - d. Certificado de depósito del material biológico, expedido por una institución internacional de microorganismos o ante otra institución reconocida por INDECOPI. Cuando la invención se refiera a un producto o a un procedimiento relativo a un material biológico y la invención no pueda describirse de manera que pueda ser comprendida y ejecutada por una persona capacitada en la materia técnica, la descripción deberá complementarse con un depósito de dicho material.
  - e. Para que la fecha de presentación de la solicitud sea válida y ésta admitida a trámite, deberá contener por lo menos lo siguiente: Formulario con los datos del solicitante indicando que se pide una patente de invención o modelo de utilidad, la descripción de la invención y el comprobante de pago correspondiente a la tasa de presentación de la solicitud.

Fuente: INDECOPI (2020)

#### 4.5 QUIEN PUEDE SOLICITAR UNA PATENTE EN PERÚ

INDECOPI (2020) refiere que lo puede hacer cualquier persona natural o jurídica para poder solicitar una patente en nuestro país, no obstante, esta persona se puede clasificar en diferentes tipos de solicitantes, añadiendo también que una persona puede ser todos los tipos, en otros casos son diferentes personas los solicitantes como se menciona a continuación:

- ***El inventor:***

Es la persona la cual lleva el proceso de investigación, es decir ejerce la actividad creativa con el objetivo de obtener una invención, tiene que ser una persona natural.

Esta persona estará presente en todos los documentos que se presenten en la solicitud de patentes, es decir que si el solicitante de la patente no es el inventor se tiene que presentar un documento de cesión, en el cual nos indica quien es el inventor de la innovación.

- ***El Solicitante:***

Puede ser una persona natural o jurídica, este presenta la solicitud para que las autoridades correspondientes evalúen los criterios de clasificación de la invención.

Esta persona tiene como principal responsabilidad seguir el procedimiento de la presentación de la solicitud de patente, presentando también la información faltante que se requiera para que la solicitud sea aprobada en su totalidad.

En caso de que el solicitante sea una persona jurídica ( empresa, institución, etc ), se deberá contar con un representante.

- ***El Titular:***

Es la persona a quien se le concede el título de propiedad intelectual, en otras palabras el dueño, la persona que tiene el derecho exclusivo sobre la invención a proteger.

Casi siempre el solicitante se convierte en el dueño de la patente, no obstante existen casos en que la patente es transferida, cedida o vendida a un tercero, es decir el dueño cambia

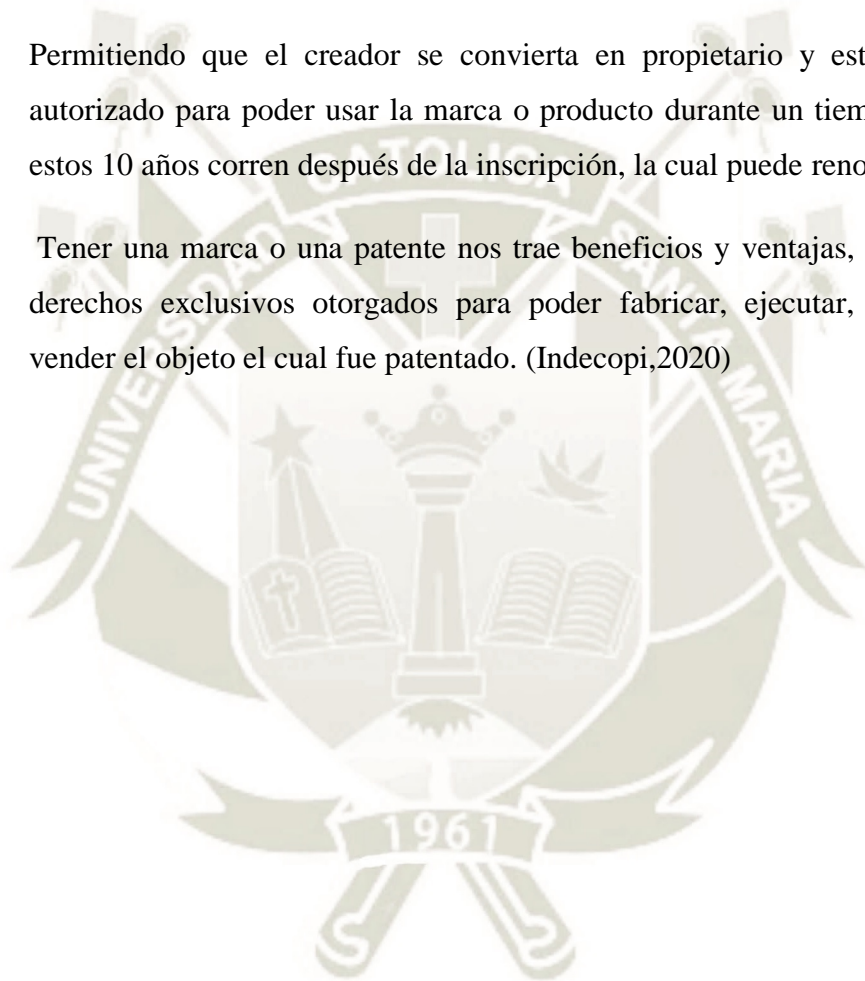
#### 4.6 IMPORTANCIA DE REGISTRO DE PATENTES EN EL PERU

Según INDECOPI (2020) es muy importante saber que el objetivo principal de una marca no es solo que sea identifique un producto o un servicio, si no la lealtad a estos.

Por ello cuando nosotros registramos una marca o una patente, nos volvemos más competitivos en el mercado.

Permitiendo que el creador se convierta en propietario y este sea el único autorizado para poder usar la marca o producto durante un tiempo de 10 años, estos 10 años corren después de la inscripción, la cual puede renovarse.

Tener una marca o una patente nos trae beneficios y ventajas, ya que nos dan derechos exclusivos otorgados para poder fabricar, ejecutar, usar, producir, vender el objeto el cual fue patentado. (Indecopi,2020)





## CAPITULO III: DIAGNOSTICO INICIAL

## 1 ANALISIS DE LA NECESIDAD PROPUESTA

### 1.1 NECESIDAD:

“Comodidad al transportar el instrumento de dibujo LA REGLA T, al centro de estudios”

### 1.2 SUSTENTO DE LA NECESIDAD ESCOGIDA

Según el último informe que realizó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018), indicó que la población con educación superior subió un 40 % en 10 años.

Este estudio nos reveló que en el país existen 21.6 millones de personas con edad mayor a 15 años, del cual el 5 % (1.84 millones) no tiene nivel alguno de educación, el 0.2 % tiene nivel inicial (40 045), el 19 % (4.1 millones) nivel primario, el 41.3 % (8.9 millones) nivel secundario y el 19.7 % (4.2 millones) educación universitaria.

En el periodo interenal del 2007 al 2017, la población sin nivel educativo disminuyó en 23.3 %, en tanto los de educación primaria disminuyeron en 5.5 %. En tanto, aumentó los que tienen educación inicial en 91.9%; educación secundaria en 22.7% y educación superior, principalmente aquellos con educación universitaria, en 39.6%.

Teniendo en cuenta que el porcentaje de personas con estudios universitarios tiene un crecimiento positivo con el pasar de los años, nos refiere que el porcentaje de personas que estudian alguna carrera de ingeniería también aumenta, los cuales tienen que llevar cursos de habilidades de dibujo, lo cual indica que tienen que hacer uso de los instrumentos de dibujo, en particular la regla T.

Una gran limitante de estos días, es el de depender de la precisión de la regla T, para hacer o trazar dibujos, ya que es un complemento ideal para las escuadras y para los demás instrumentos de dibujo, muchos usuarios desean llevar este instrumento, pero no lo hacen por la incomodidad que causa este instrumento al momento de transportarlo, ocasionando mala precisión en sus dibujos

Buscando cubrir la necesidad ya mencionada, se busca desarrollar una regla T la cual pueda reducir su tamaño varias veces, pueda tener un valor agregado respecto a las convencionales, y que cumpla las especificaciones determinadas.

### **1.3 USUARIOS**

Nuestro público objetivo son los estudiantes de carreras de ingeniería los cuales tienen en su malla curricular el curso de dibujo técnico.

## **2 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO**

### **2.1 SELECCIÓN DE NECESIDADES**

La relación entre necesidades y métricas es un punto fundamental para todo el concepto de especificaciones. Ya que al cumplir dichas especificaciones se logrará satisfacer las necesidades del cliente.

Mediante una encuesta previa, se identificará las necesidades básicas o requisitos que debe cubrir el producto propuesto. De esta manera podremos hallar los aspectos más significativos que presentara nuestra Regla T Propuesta, a su vez el análisis brindara respuesta a nuestro valor agregado que pretendemos insertar a nuestro producto.

La asignación se evaluó mediante un sondeo explicativo de una muestra 65 personas, con las siguientes características.

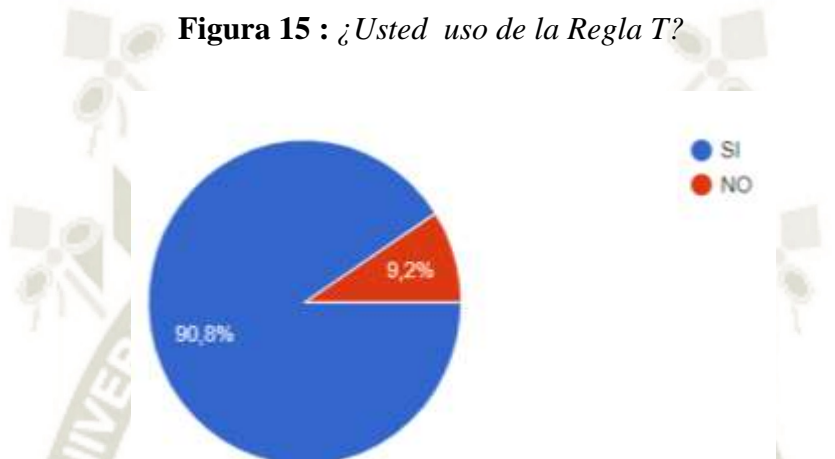
- Hombres o Mujeres
- Edad: 18 – 30 años
- Enfocado a universitarios de ingeniería
- Personalidad aparentemente entusiasta o proactiva

## INFORMACIÓN OBTENIDA

Se aplicó una encuesta previa la cual consta de 4 preguntas detalladas en el Anexo N°1, obteniendo los siguientes resultados.

### Pregunta 1:

**Figura 15 :** *¿Usted uso de la Regla T?*

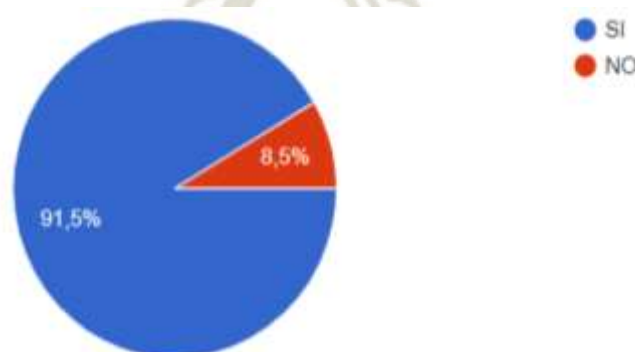


Fuente: Elaboracion Propia

Comentario : En la figura N°15 se indica que el 90.8% de los estudiantes encuestados usaron la Regla T como instrumento de dibujo.

### Pregunta 2:

**Figura 16 :** *Si tu respuesta fue si, ¿Presento usted alguna dificultad con su regla T?*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 16 se indica que de los estudiantes que respondieron si en la pregunta anterior, el 91.5% si presentaron dificultades con su regla T, mientras que un 8.5 % no presentaron dificultades con su Regla T.

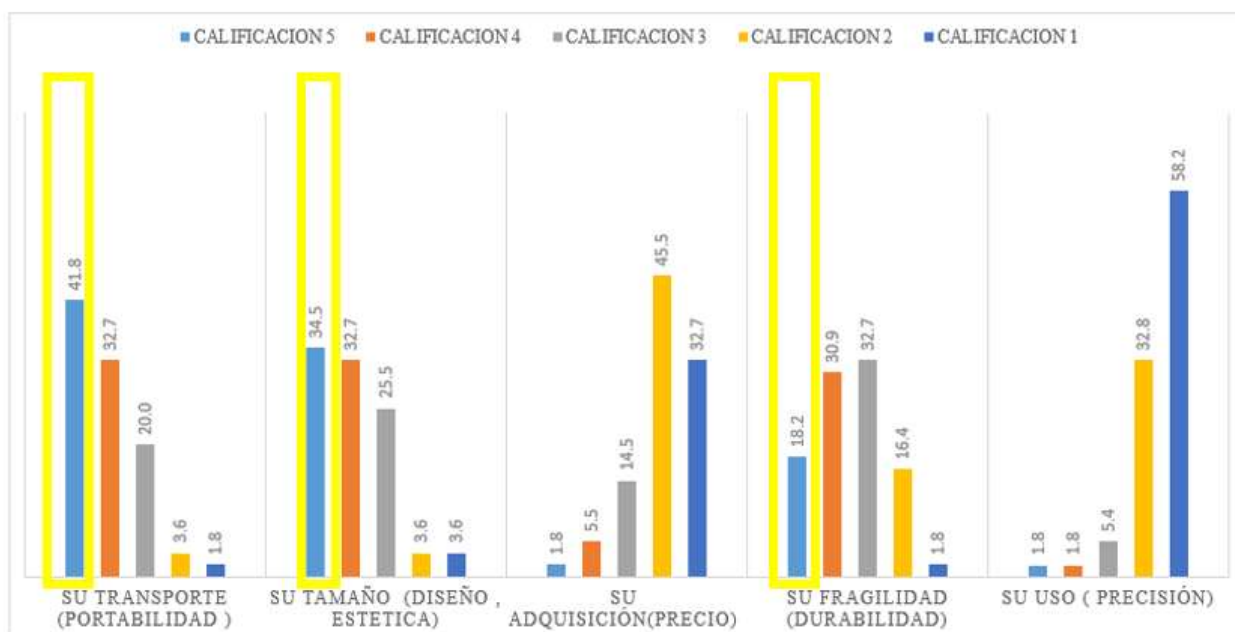
**Pregunta 3:**

**Tabla 6 :** Calificación porcentual en función de la Dificultad de la Regla T

DIFICULTAD	CALIFICACIÓN				
	5	4	3	2	1
SU TRANSPORTE (Portabilidad)	41.8	32.7	20.0	3.6	1.8
SU TAMAÑO (Diseño , Estética)	34.5	32.7	25.5	3.6	3.6
SU ADQUISICION (Precio)	1.8	5.5	14.5	45.5	32.7
SU FRAGILIDAD (Durabilidad)	18.2	30.9	32.7	16.4	1.8
SU USO ( Precisión)	1.8	1.8	5.5	32.7	58.2

Fuente: Elaboracion Propia

**Figura 17 :** Si tu respuesta fue si, califique del 1 al 5 , siendo 1 la menos dificultad y 5 la mayor dificultad.

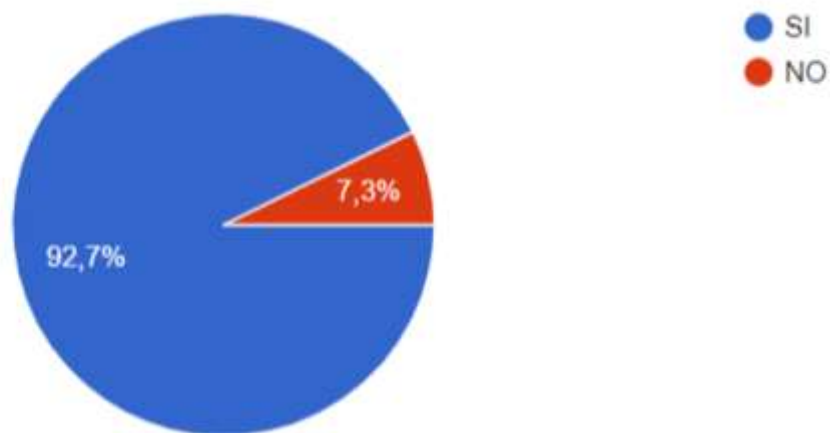


Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N°17 se indica los valores en porcentajes de la calificación de las dificultades que presentan los estudiantes con la regla T, siendo el transporte la principal dificultad que se tiene con la regla T con un 41.8 %, seguida por el tamaño por un 34.5 % y fragilidad con 18.2%

**Pregunta 4:**

**Figura 18 :** *¿Le gustaría adquirir una Regla T, que pueda reducir varias veces su tamaño, a un menor costo?*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N°18 se indica que un 92.7 % estarían dispuestos a adquirir una Regla T que pueda reducir varias veces su tamaño obteniendo un porcentaje alto de aceptación por parte de los encuestados.

**2.1.1 PRIORIZACIÓN DE NECESIDAD CON ENCUESTA**

En la siguiente lista se encuentra las necesidades seleccionadas y fundamentales que nuestro producto debes satisfacer:

- Portabilidad
- Buen diseño y estética
- Calidad
- Precio
- Facilidad de uso
- Precisión

La priorización de necesidades se ha realizado según los resultados de la encuesta y lo que los clientes encuentran como más importante y relevante para el producto.

Según Ulrich y Eppinger (2009) Evaluaremos las necesidades del cliente con respecto a la siguiente valoración: le damos el valor del 1 al 5. Dándole el valor 1 a la necesidad menos importante, y 5 a la más importante.

**Tabla 7 :** *Calificación en función de la importancia .*

IMPORTANCIA	
1	Baja
2	Regular
3	Mediana
4	Alta
5	Muy Alta

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8:** *Calificación de las Necesidades establecidas*

Nº	NECESIDAD	IMPORTANCIA
1	Portabilidad	5
2	Diseño , Estética	4
3	Calidad	4
4	Precio	3
5	Facilidad de uso	3
6	Precisión	4

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N°8 se indica las necesidades ya establecidas cada una de estas con su valoración correspondiente.

## 2.2 ELABORAR LISTA DE METRICAS

Una vez terminada la calificación de las necesidades establecidas, se procede a elaborar la lista de métricas. Cabe resaltar que las métricas deben estar relacionadas directamente con las necesidades.

**Tabla 9 : Métricas de las necesidades del producto**

Nº DE METRICA	Nº DE NECESIDAD	MÉTRICA	IMPORTANCIA	UNIDAD
1	1	Peso del producto	5	kg
2	1,2	Tamaño de la cabecera	5	cm.
3	1,2	Longitud de la regla	5	cm.
4	1.2	Dimensiones del estuche	5	m <sup>3</sup>
5	3	Resistente a caídas	4	Subj
6	5,6	Destreza para usar el producto	3	Subj
7	4	Precio en el Mercado	3	S/.
8	2, 5	Producto Novedoso	4	Sub

Fuente: Elaboracion Propia

Comentario : En la tabla N° 9 se evalúa la relación de las métricas encontradas cada una de estas relacionada con la necesidad que cubre, con la importancia correspondiente.

**Figura 19 : Análisis de métricas con respecto a las necesidades.**

NECESIDAD	MÉTRICA							
	Peso del producto	Tamaño de la cabecera	Longitud de Regla	Dimensiones del Estuche	Resistente a caídas	Destreza para usar el producto	Precio en el Mercado	Producto Novedoso
Portabilidad	X	X	X	X				
Diseño , Estetica		X	X	X				X
Calidad					X			
Precio							X	
Facilidad de uso						X		X
Precisión					X			

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario : En la figura N° 19 se indica el Análisis de las métricas respecto a las necesidades y la relación que tiene cada una de ellas.

### 2.3 RECABAR INFORMACIÓN DE COMPARACIONES CON LA COMPETENCIA

La relación que el producto propuesto tiene con los productos de la competencia, es de suma importancia para poder determinar si este tendrá o no éxito en el mercado.

Este producto no tiene competencia directa ya que todavía en el mercado no existe un producto que pueda cubrir todas las necesidades y atributos deseables para poder solucionar el problema ya mencionado.

Se recopiló información de tres competidores con prestaciones similares a las buscadas en la elaboración de este producto, siendo estos, los cuales son reglas T convencionales de diferentes materiales.

Las especificaciones Técnicas de las reglas T en comparación, han sido sacadas de las fichas de información de producto correspondientes para cada una, las cuales han sido detalladas en los Anexos N° 2,3,4 respectivamente.

Estos productos los cuales analizaremos son puntos de referencia del producto propuesto, las cuales nos servirán para poder establecer los valores objetivo de las especificaciones de nuestra Regla T propuesta.

**Tabla 10 :** *Tabla de comparación del producto propuesto con la competencia basado en métricas.*

N° DE NECESIDAD	MÉTRICA	IMP	UNIDAD	REGLA T PROPUESTA	REGLA T PLASTICO	REGLA T DE MADERA	REGLA T DE ALUMINIO
1	Peso del producto	5	kg	0.3	0.42	0.6	0.2
1,2	Tamaño de la cabecera	5	cm.	25	30	32	25.8
1,2	Longitud de la regla	5	cm.	60	60	75	60
1.2	Dimenciones del estuche	5	m <sup>3</sup>	QUE PRESENTE	NO PRESENTA	NO PRESENTA	NO PRESENTA
3	Resistente a caídas	4	Subj	4	2	3	3
5,6	Destreza para usar el producto	3	Subj	3	5	3	3
4	Precio en el Mercado	3	S/.	18	20	25	18
2, 5	Producto Novedoso	4	Subj	4	2	1	2

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 10 se indica la comparacion de los valores de las especificaciones de las diferentes Reglas T , junto con los valores objetivo de las especificaciones que busca cumplir nuestra Regla T propuesta.

**Tabla 11:** *Tabla de comparación del producto propuesto con la competencia basado en la percepción de satisfacción del necesidad*

Nº DE NECESIDAD	MÉTRICA	IMP	UNIDAD	REGLA T PROPUESTA	REGLA T PLASTICO	REGLA T DE MADERA	REGLA T DE ALUMINIO
1	Peso del producto	5	kg	XXX	XXX	XX	XXXX
1,2	Tamaño de la cabecera	5	cm.	XXXX	XX	X	XXX
1,2	Longitud de la regla	5	cm.	XX	XX	XXX	XX
1.2	Dimenciones del estuche	5	m³	XXXX	-	-	-
3	Resistente a caídas	4	Subj	XXXX	XX	XXX	XXX
5,6	Destreza para usar el producto	3	Subj	XXX	XXXXX	XXXX	XXX
4	Precio en el Mercado	3	S/.	XXXX	XXX	XX	XXX
2, 5	Producto Novedoso	4	Subj	XXXX	XX	X	XX

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N°11 se indica la comparación de la Regla T propuesta con tres competidores. Según Ulrich y Eppinger (2009) a mayor cantidad de “X”, corresponde a una mayor percepción del cubrimiento de la necesidad

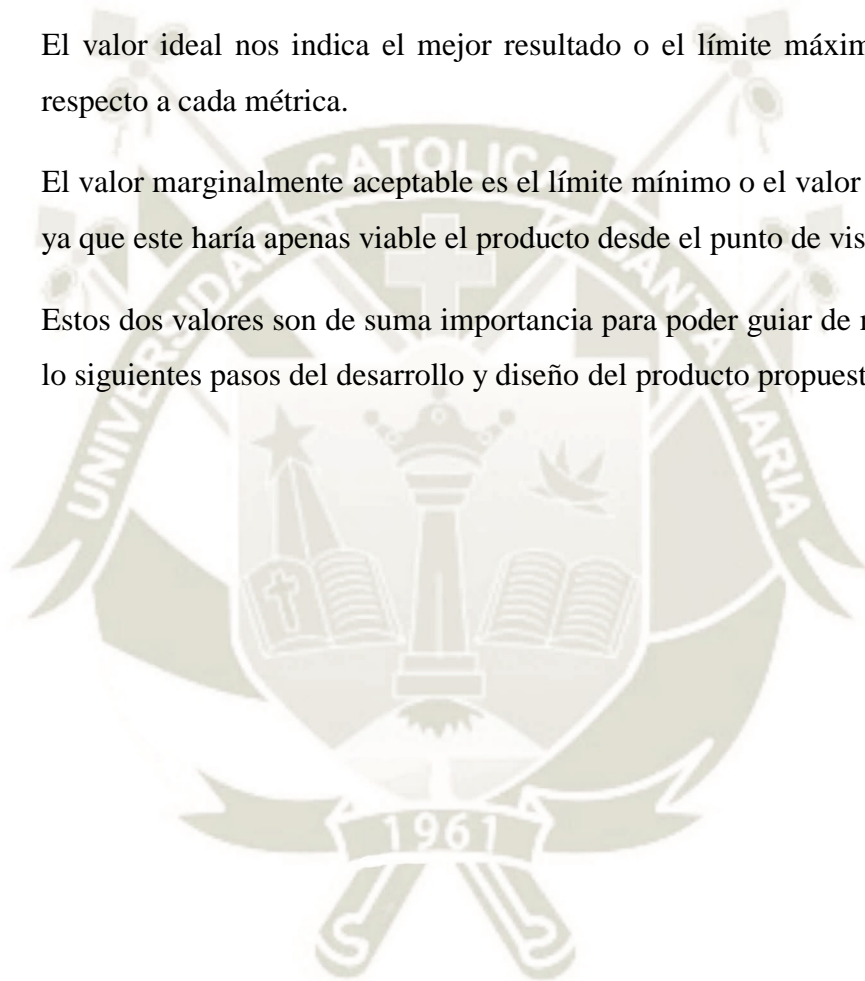
## 2.4 ESTABLECER VALORES OBJETIVO IDEALES Y MARGINALMENTE ACEPTABLES

En este paso se sintetiza la información con la que se cuenta, todo esto con el objetivo de establecer los valores objetivo (valor marginal e ideal) para cada métrica planteada.

El valor ideal nos indica el mejor resultado o el límite máximo que se espera respecto a cada métrica.

El valor marginalmente aceptable es el límite mínimo o el valor menos esperado, ya que este haría apenas viable el producto desde el punto de vista comercial.

Estos dos valores son de suma importancia para poder guiar de manera adecuada lo siguientes pasos del desarrollo y diseño del producto propuesto.



**Tabla 12 :** *Tabla de valores marginales y ordinales .*

<b>N° DE METRICA</b>	<b>N° DE NECESIDAD</b>	<b>MÉTRICA</b>	<b>IMP</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR MARGINAL</b>	<b>VALOR IDEAL</b>
1	1	Peso del producto	5	kg	>0.6	≥0.2
2	1,2	Tamaño de la cabecera	5	cm.	>32	≥25.8
3	1,2	Longitud de la regla	5	cm.	>0.6	≥0.72
4	1.2	Dimenciones del estuche	5	m <sup>3</sup>	<b>QUE PRESENTE</b>	<b>QUE PRESENTE</b>
5	3	Resistente a caídas	4	Subj	>2	≥3
6	5,6	Destreza para usar el producto	3	Subj	>3	≥5
7	4	Precio en el Mercado	3	S/.	>25	≥18
8	2, 5	Producto Novedoso	4	Subj	>1	≥2

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 12 se indica los valores marginales y ideales para las metricas desarrolladas , cabe mencionar que estos valores son preliminares o objetivas , hasta que se escoja un concepto de producto.



# **CAPITULO IV: PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA**

## 1 GENERACIÓN DEL CONCEPTO

### 1.1 ACLARAR EL PROBLEMA

En esta etapa se debe entender de manera general los problemas que presentaría un modelo del producto, en base a estos problemas identificados se realizó las siguientes suposiciones.

- La regla T propuesta será cómoda para el estudiante al momento de transportarla.
- La regla T propuesta podrá retraerse con facilidad para el usuario.
- La regla T propuesta podrá enrollarse con facilidad para el usuario.
- La regla T propuesta tendrá una vida de tiempo útil semejante o mayor a la regla T convencional.
- La regla T propuesta tendrá un valor agregado que no afecte su funcionalidad.
- La regla T será de un material más duradero que las convencionales.
- La regla T propuesta será cómoda para trasladarla a cualquier lugar donde desee ir y no tendrá el inconveniente de romperse
- La regla T propuesta será retraída de forma fácil y rápida.
- La regla T propuesta es durable y confiable.

Se debe cuantificar las necesidades:

- Se retraerá la regla T propuesta 4 o 5 veces su tamaño.
- Para retraer y volver a su forma original le tomará al estudiante 4 segundos.
- La regla T propuesta durará al menos 4 años.
- La regla T propuesta durara el doble de tiempo que una regla T convencional.

#### 1.1.1 DESCOMPOSICIÓN DEL PROBLEMA COMPLEJO EN SUBPROBLEMAS

Se elaboró un diagrama funcional cuyo objetivo es descomponer el problema principal en partes más sencillas.

**Figura 20 : Caja negra del Producto**



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: En la figura N° 20 se indica la caja negra del producto, esta representa la función general del producto.

Una vez desarrollada la descomposición funcional, es importante enfocar el trabajo hacia los problemas que podría presentar nuestro producto. ya que estos representan la mayor barrera a desarrollar en el producto.

Como se ha mencionado anteriormente el producto tiene que tener la propiedad de disminuir su tamaño, este debe disminuir sin que el material se deteriore o se quiebre.

Determinamos en enfocarnos en su propiedad principal que vendría ser la flexibilidad de nuestra regla, ya que esta propiedad estaría solucionando nuestro problema base de manera directa.

Por otro lado, también debemos de tener en cuenta que este material tiene que tener la propiedad de poder regresar a su forma principal, lo cual asegura su precisión.

## 1.2 BUSCAR EXTERNAMENTE

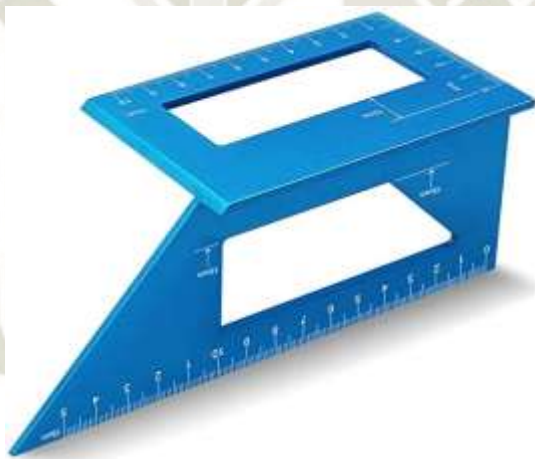
Se buscó información acerca de productos que ya existen en el mercado y que actualmente se utilizan para satisfacer la necesidad mencionada.

### ○ **PATENTES**

#### - *CUADRADO T MULTIFUNCIONAL:*

Actualmente existe el cuadrado T multifuncional que aumenta la regla de cuadrado en T y el cuadrado en T en un miembro de conexión común, el miembro de conexión se puede girar alrededor de la regla, para lograr varios ángulos dibujar un segmento de línea.

**Figura 21** : *Cuadrado T Multifuncional*



Fuente: Indecopi (2020)

### ○ **BENCHMARK (COMPARACIÓN) DE PRODUCTOS RELACIONADOS**

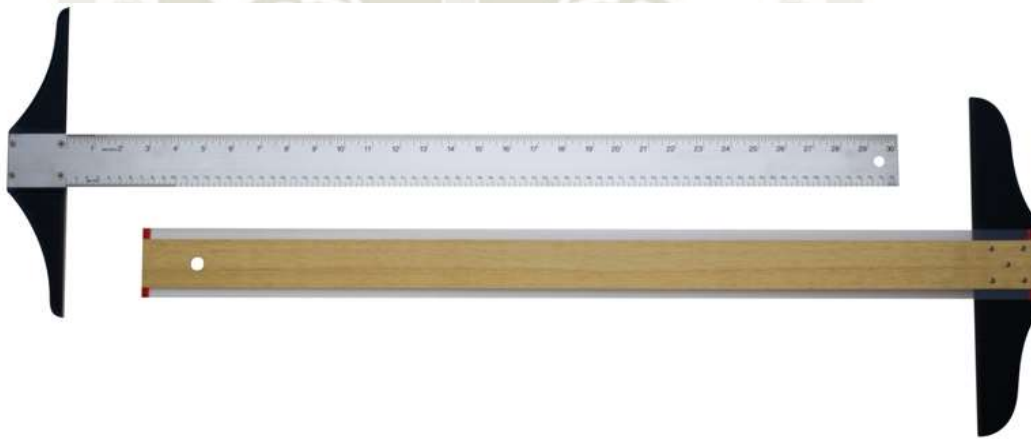
En el mercado actual existen reglas retractiles y flexibles, pero no de la forma T para diseño, por el cual solo se ha encontrado productos similares que cumplen cierta función de la regla. Detallamos algunas características a continuación:

**COMPETENCIA DIRECTA:****- REGLA T CONVENCIONAL:**

Es uno de los principales instrumentos de dibujo, su principal característica es la precisión que tiene. Esta es utilizada para dibujar acompañada de las escuadras, ya que estas se deslizan de arriba hacia abajo y de un lado al otro.

Su estructura está formada por una cabeza y un cuerpo perpendiculares entre sí.

**Figura 22 :** *Regla T convencional*



Fuente: Catalogo Virtual Maped (2018)

**COMPETENCIA INDIRECTA:****-REGLA RETRACTIL DE FIBRA DE VIDRIO:**

También existe la regla retráctil de 2m, de fibra de vidrio la cual se reduce 5 veces su tamaño, con números grandes y legibles de fácil lectura. Poseen graduaciones en ambos lados, son fabricadas en nylon resistente, y son reforzadas con fibras de vidrio.

Tienen características muy buenas como alta durabilidad, son resistentes al clima a la abrasión y la mayoría de productos químicos.

**Figura 23 :** *Regla Retráctil de Fibra de Vidrio*



Fuente: <https://www.ridgid.com/pe/es/reglas-plegables-de-fibra-de-vidrio>

**-REGLA RETRACTIL DE MADERA:**

Esta regla plegable está hecha de madera de buena calidad, resistente y duradera, esta es muy usada como herramienta de medición para artistas, diseñadores, arquitectos, ingenieros y estudiantes.

Es muy fácil y cómoda de usar, las escalas claras que poseen permiten una vista clara de la enumeración.

Esta regla mide 2 metros puede ser pagable, así que puede trasladarse a todo lado.

**Figura 24 :** *Regla Retráctil de Madera*



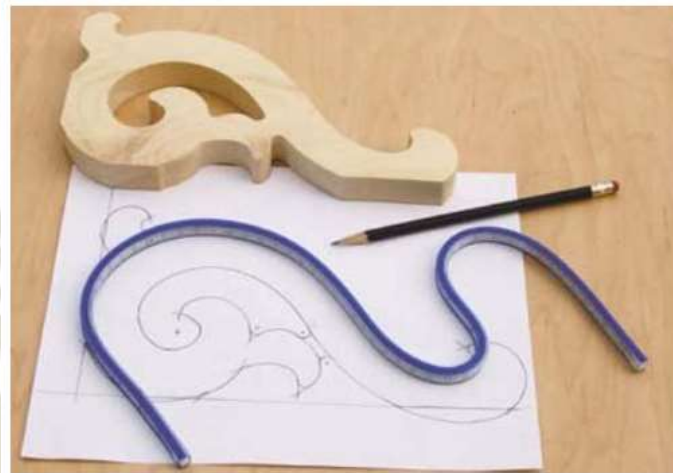
Fuente: <https://es.aliexpress.com/i/4000156274181.html>

**-REGLA DE GOMA FLEXIBLE:**

Esta regla está elaborada de goma flexible lo cual permite que se doble, tiene varios usos como:

- Medidor de Curvas: Cualquier objeto curvo que se desea medir, puede serlo con esta regla debido a su ductilidad permite que la regla se ajuste a la forma deseada.

**Figura 25:** *Medidor de Curvas Regla Flexible*



Fuente: <https://totenart.com/tutoriales/trabajar-la-regla-flexible/>

- Medidor de Dimensiones Grandes: Estas reglas pueden llegar a medir hasta 1 metro lo cual ayuda a que las mediciones grandes.

**Figura 26:** *Regla Flexibles*



Fuente: <https://totenart.com/tutoriales/trabajar-la-regla-flexible/>

### *-CINTA METRICA:*

Llamada también flexómetro, o wincha es a cierto modo una regla extensible, la cual tiene como objetivo medir grandes longitudes.

Su principal propiedad es la flexibilidad la cual amplia o mejora la medición de las longitudes, ya que pueden amoldarse a esquinas y curvas.

Si se habla de estos instrumentos de medición, se debe de saber que hay infinidad de presentaciones, longitudes, anchos, graduaciones (centímetros, pulgadas, milímetros entre otros) estas pueden llegar a los 500 m.

**Figura 27:** *Cinta Métrica*



Fuente: <https://www.sodimac.com.pe/sodimacpe/product/3604705/Wincha-Plastica-5mx25mm/3604705>

### **1.3 BUSCAR INTERNAMENTE**

Este paso tiene como objetivo que, mediante el conocimiento personal, podamos generar conceptos de solución o una lluvia de ideas para el problema o la necesidad ya presentada anteriormente.

**LLUVIA DE IDEAS:**

- La regla T flexible debe ser de material suave y ligero para el fácil manejo.
- Debe tener la facilidad de retraerse en forma de cinta enrollable.
- Debe tener la facilidad de retraerse sin romperse.
- Debe de tener un precio accesible.
- Al desenrollarse la regla debe tomar una forma liza para los trazados y no tener formas onduladas por el enrollado.
- Debe ser una opción competitiva en el mercado.
- Debe tener un valor agregado el cual no afecta la razón de ser de la regla T.
- Debe cumplir su función de diseño (precisión, exactitud, facilidad de lineado, trazado, etc.)

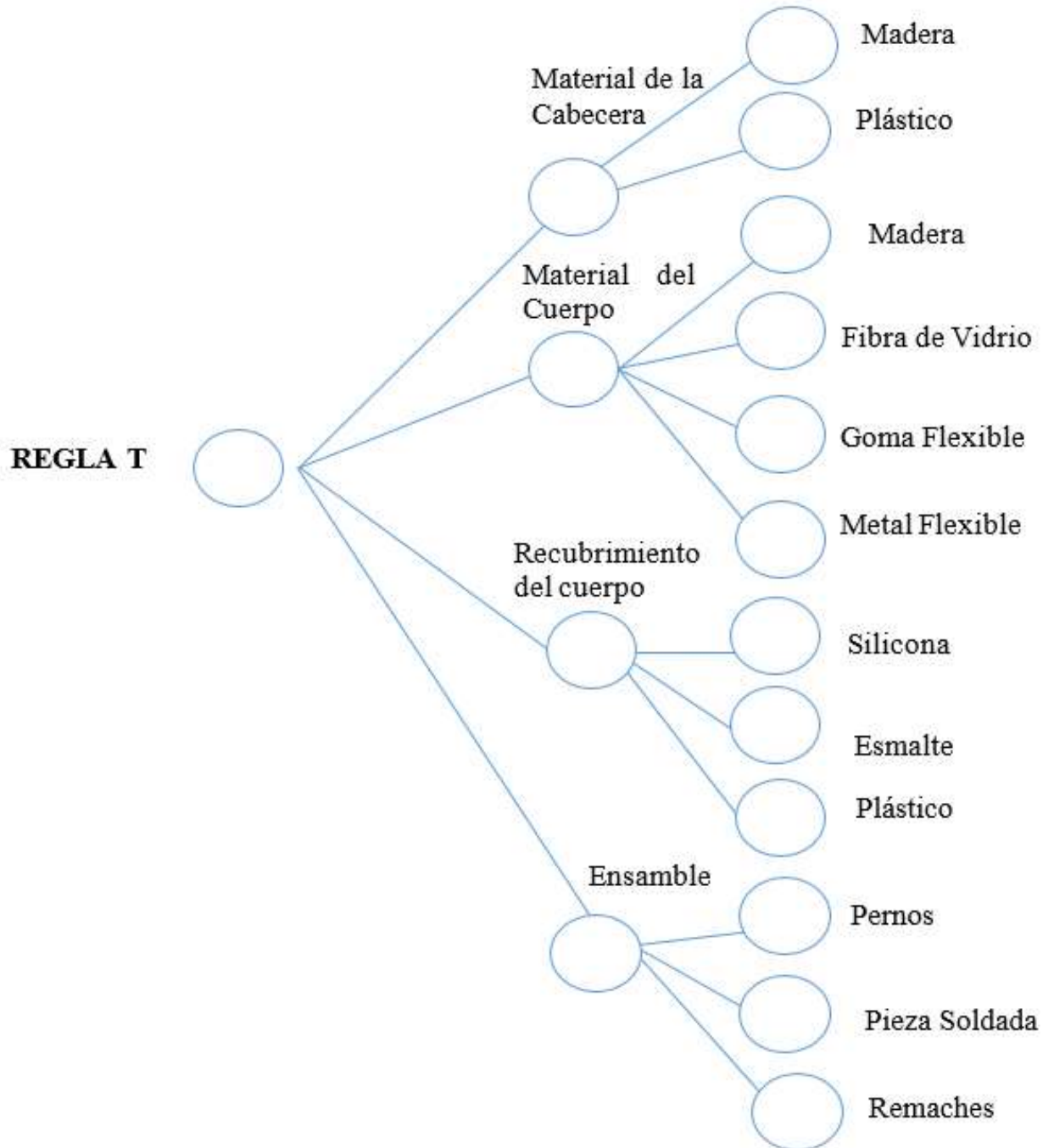
**1.4 EXPLORACIÓN SISTEMÁTICA**

En esta etapa se plantearán diferentes ideas del concepto del producto propuesto, en este caso una Regla T que pueda reducir su tamaño, todas estas ideas enfocadas a un estilo innovador.

En el paso de diseño se plantearon diferentes ideas de concepto enfocadas hacia un estilo innovador que difiera de lo existente en el mercado y que brinde más beneficios al usuario.

Estos pasos están destinados a navegar todas las posibilidades al organizar y sintetizar estos fragmentos de solución. Para ello, utilizaremos un árbol de clasificación y posteriormente tablas de combinación de conceptos que nos permita relacionar combinaciones de fragmentos de una manera selectiva.

**Figura 28 :** *Árbol de clasificación de la estructura de la Regla T*



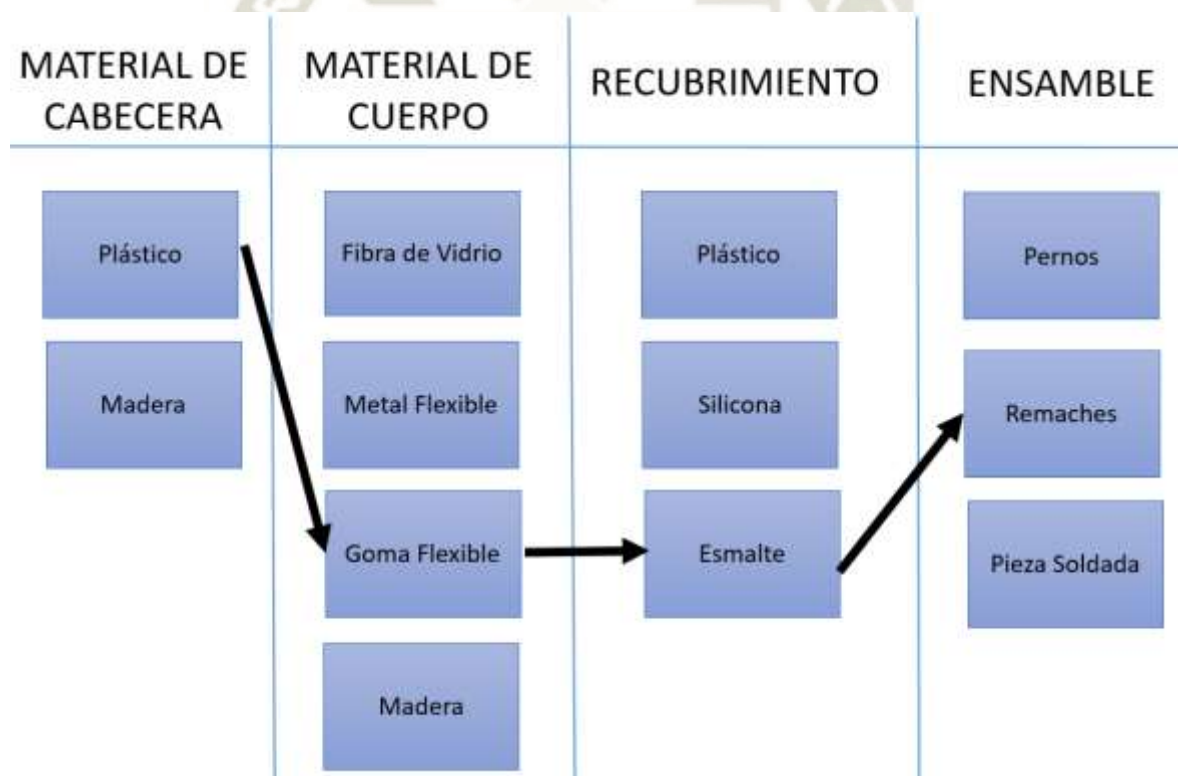
Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 28 se muestra el árbol de clasificación de la estructura de la Regla T propuesta. Las ramas de este árbol corresponden a las diferentes opciones materiales tanto para el cuerpo como para la cabecera, diferentes recubrimientos, además de métodos de ensamble, todas estas clasificaciones con el objetivo de poner escoger la mejor estructura para nuestra Regla T propuesta.

### 1.4.1 ELABORACIÓN DE COMBINACION DE CONCEPTOS

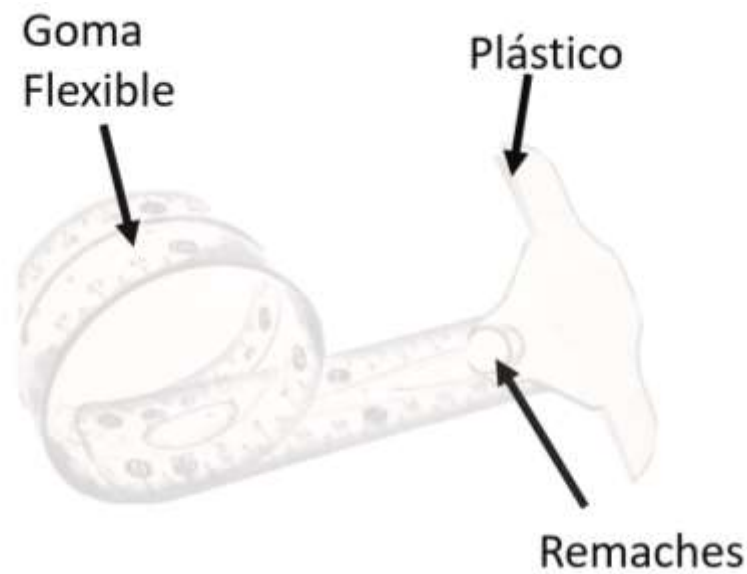
Luego de desarrollar el árbol de clasificación donde se han planteado diferentes opciones para su estructura, se elabora las tablas de combinación de conceptos, las cuales nos sirven para generar diferentes conceptos para la elaboración de la regla T propuesta.

Figura 29 : Tabla de combinación de concepto N° 1



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 30 : Bosquejo de Concepto N° 1**



Fuente: Elaboración Propia

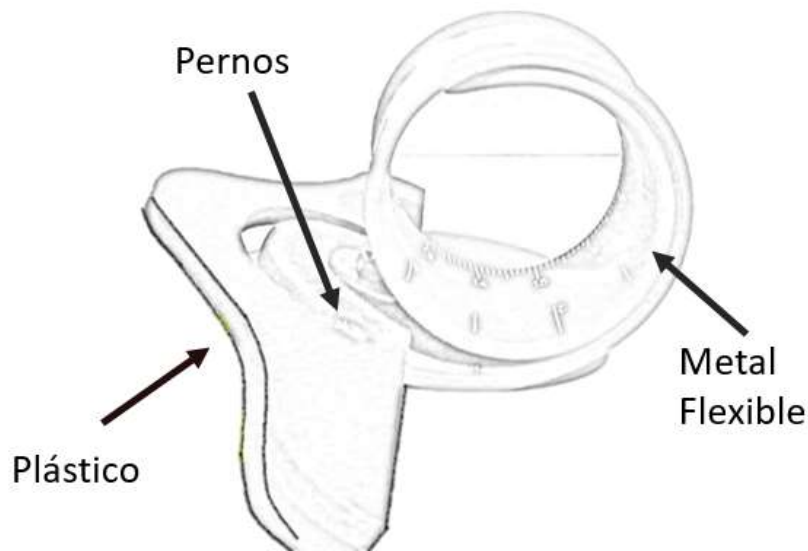
Comentario : En la figura N°30 se muestra el concepto N° 1; Regla T la cual posee una cabecera de plástico, un cuerpo (regla) de goma flexible, el cual es recubierto por esmalte y es ensamblado por remaches.

**Figura 31 : Tabla de combinación de concepto N° 2**

MATERIAL DE CABECERA	MATERIAL DE CUERPO	RECUBRIMIENTO	ENSAMBLE
Plástico	Fibra de Vidrio	Plástico	Pernos
Madera	Metal Flexible	Silicona	Remaches
	Goma Flexible	Esmalte	Pieza Soldada
	Madera		

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 32 : Bosquejo de Concepto N° 2**



Fuente: Elaboracion Propia

Comentario : En la figura N° 32 se muestra el concepto N° 2; Regla T la cual posee una cabecera de plástico, un cuerpo (regla) de metal flexible, el cual es recubierto por silicona y es ensamblado por pernos.

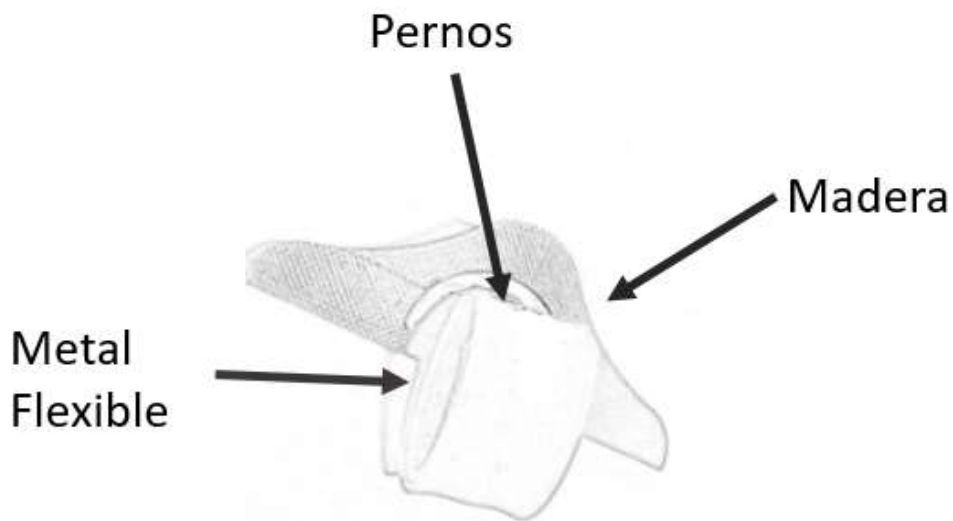
**Figura 33 : Tabla de combinación de concepto N° 3**

MATERIAL DE CABECERA	MATERIAL DE CUERPO	RECUBRIMIENTO	ENSAMBLE
Plástico	Fibra de Vidrio	Plástico	Pernos
Madera	Metal Flexible	Silicona	Remaches
	Goma Flexible	Esmalte	Pieza Soldada
	Madera		

Arrows in the diagram indicate a flow from 'Madera' to 'Metal Flexible', then to 'Silicona', and finally to 'Pernos'.

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 34 : Bosquejo Concepto N° 3**



Fuente: Elaboración Propia

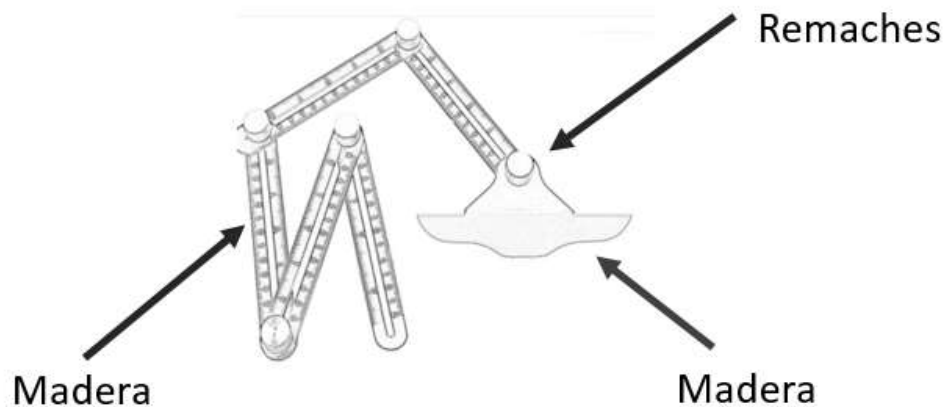
Comentario : En la figura N°34 se muestra el concepto N° 3; Regla T la cual posee una cabecera de Madera, un cuerpo (regla) de metal flexible, el cual es recubierto por silicona y es ensamblado por pernos.

**Figura 35 : Tabla de combinación de concepto N° 4**

MATERIAL DE CABECERA	MATERIAL DE CUERPO	RECUBRIMIENTO	ENSAMBLE
Plástico	Fibra de Vidrio	Plástico	Pernos
Madera	Metal Flexible	Silicona	Remaches
	Goma Flexible	Esmalte	Pieza Soldada
	Madera		

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 36 :** *Bosquejo Concepto N° 4*



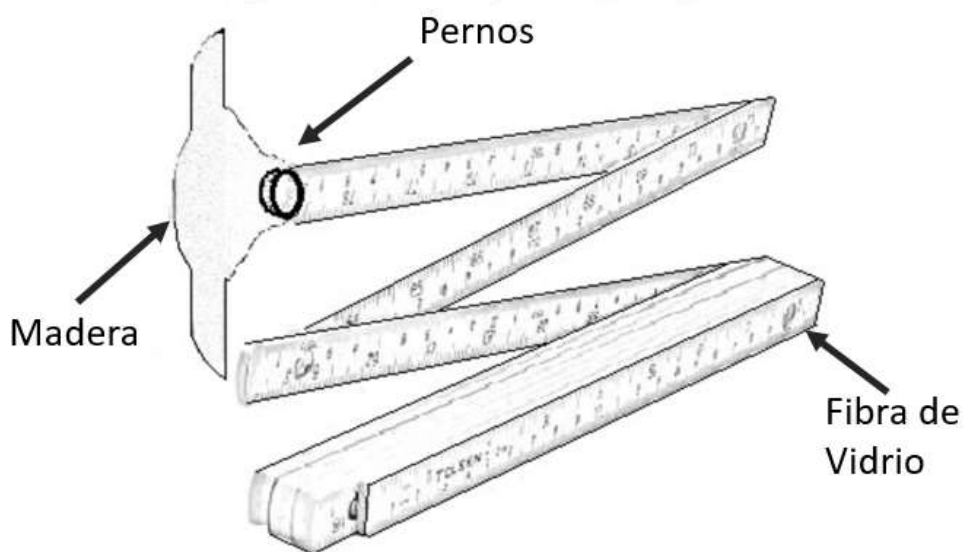
Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 36 se muestra el concepto N° 4; Regla T la cual posee una cabecera de Madera, un cuerpo (regla) de madera, el cual es recubierto por esmalte y es ensamblado por remaches.

**Figura 37 :** *Tabla de combinación de concepto N° 5*

MATERIAL DE CABECERA	MATERIAL DE CUERPO	RECUBRIMIENTO	ENSAMBLE
Plástico	Fibra de Vidrio	Plástico	Pernos
Madera	Metal Flexible	Silicona	Remaches
	Goma Flexible	Esmalte	Pieza Soldada
	Madera		

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 38 : Bosquejo Concepto N° 5**

Fuente: Elaboracion Propia

Comentario : En la figura N° 38 se muestra el concepto N° 5; Regla T la cual posee una cabecera de Madera, un cuerpo (regla) de fibra de vidrio, el cual es recubierto por esmalte y es ensamblado por pernos.

## 2 SELECCIÓN DEL CONCEPTO

Después de generar los conceptos en el paso anterior, se procede a evaluarlos. Esta evaluación se realiza en la matriz de selección y evaluación en la cual se compararán los conceptos generados con una referencia que en este caso es una REGLA T CONVENCIONAL(MADERA).

Para poder desarrollar dichas matrices es necesario identificar distintos criterios de selección (necesidades) ya anteriormente mencionados y evaluados siendo este resultado de la encuesta previa, los cuales han sido desglosados para una mejor comprensión.

**Figura 39 : Desglose de criterios de selección**



Fuente: Elaboración Propia

Después de desglosar los criterios de selección, se procederá a realizar la matriz de selección, para dicha evaluación: Se comparó las diferentes alternativas de mercado, se tendrá en cuenta la evaluación personal (lluvia de ideas) además de los valores de las fichas de información de producto, fichas técnicas de los diferentes materiales de los conceptos y informes de pruebas de laboratorio.

Para ello, se consideró 4 propiedades mecánicas importantes como:

***-Dureza:***

Es la oposición de los materiales a alteraciones como el rayado, penetración, cortadura entre otros.

***-Módulo de Elasticidad:***

Nos indica su capacidad elástica, es decir, la capacidad de un cuerpo de ser estirado y regresar a su forma tamaño y forma original sin sufrir deformaciones permanentes, luego de haber sido comprimido o estirado.

***-Resistencia a la Tracción:***

Es el comportamiento a la resistencia, se define como el esfuerzo de tracción mecánico máximo, esto quiere decir que, si se supera el esfuerzo a la tracción, inmediatamente se rompe el material, recalcando que antes de que se produzca este rompimiento el material empieza a sufrir deformaciones entre otros.

***Resistencia al impacto:***

Es la capacidad de los materiales de resistir a los golpes y energía sin romperse, esta depende de la forma y temperatura.

**Tabla 13** : *Propiedades Mecánicas escogidas de los materiales.*

MATERIAL	Módulo de elasticidad (MPA)	Resistencia a la Tracción (MPA)	Dureza HB	Impacto (Kj/m2)
Madera	1.31(*)	8 a 18 (*)	-	-
Fibra de Vidrio	2500(*)	3400(*)	350(*)	-
Polietileno de Alta Densidad	18(*)	20 a 23(*)	370	-
Metal SAE 1070	200000(*)	495	172	3875.2
Goma Flexible (caucho)	-	17(*)	108	-
Acido Polilactico	3500(*)	45 (*)	449	≤5

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 13 se indica los valores de las propiedades mecánicas escogidas de los diferentes materiales. Los datos que poseen dicha nomenclatura (\*), indica que se han sido recopilados de las fichas técnicas de los diferentes materiales los cuales están detallados en los anexos N° 5, 6, 7, 8, 9 y 10. Los que no poseen dicha nomenclatura han sido recopilados de los informes de pruebas de laboratorio los cuales están detallados en los anexos N° 11, 12, 13, 14, 15.

Para dicha evaluación se resume los siguientes conceptos:

**CONCEPTO N° 1;** Regla T la cual posee una cabecera de plástico, un cuerpo (regla) de goma flexible, el cual es recubierto por esmalte y es ensamblado por remaches.

**CONCEPTO N° 2;** Regla T la cual posee una cabecera de plástico, un cuerpo (regla) de metal flexible, el cual es recubierto por silicona y es ensamblado por pernos.

**CONCEPTO N° 3;** Regla T la cual posee una cabecera de Madera, un cuerpo (regla) de metal flexible, el cual es recubierto por silicona y es ensamblado por pernos.

**CONCEPTO N° 4;** Regla T la cual posee una cabecera de Madera, un cuerpo (regla) de madera, el cual es recubierto por esmalte y es ensamblado por remaches.

**CONCEPTO N° 5;** Regla T la cual posee una cabecera de Madera, un cuerpo (regla) de fibra de vidrio, el cual es recubierto por esmalte y es ensamblado por pernos.

Según Ulrich y Eppinger (2009) Evaluaremos los criterios de selección con respecto a la siguiente valoración: le damos el valor del “+” mejor que, “-” peor que, “0” igual que.

## 2.1 MATRIZ DE SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Tabla 14 : Matriz de selección de conceptos.

CRITERIOS DE SELECCIÓN	CONCEPTOS					REGLA T CONVENCIONAL (REFERENCIA)
	CONCEPTO 1	CONCEPTO 2	CONCEPTO 3	CONCEPTO 4	CONCEPTO 5	
	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	
<b>Portabilidad</b>						
Peso	+	+	+	-	-	0
Tamaño	+	+	+	+	+	0
<b>Diseño , estética</b>						
Colores	0	0	0	0	0	0
Diseño Externo	+	+	+	+	+	0
<b>Calidad</b>						
Material	+	+	0	0	0	0
Durabilidad	+	+	+	+	+	0
Acabados	0	0	0	0	0	0
<b>Precio</b>	+	+	+	-	-	0
<b>Facilidad de uso</b>						
Facilidad de Limpieza	+	+	+	-	-	0
Facilidad de Carga	+	+	+	+	+	0
<b>Precisión</b>	-	0	0	-	-	0
SUMA +	8	8	7	4	4	0
SUMA 0	2	3	4	3	3	7
SUMA -	1	0	0	4	4	0
EVALUACION NETA	7	8	7	0	0	0
<b>LUGAR</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
CONTINUAR	SI	SI	SI	NO	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la Tabla N° 14 se muestra la matriz de selección, donde los conceptos generados han sido evaluados con respecto a la referencia que es una REGLA T CONVENCIONAL.

Esta matriz ofrece un panorama global de cuál de los conceptos se debería elegir, basándonos en los resultados tenemos como mejores opciones el Concepto N° 2 y Concepto N° 1 y el Concepto N° 3.

Estos conceptos cumplen con las restricciones que se plantearon. Ambas alternativas tienen viabilidad técnica y económica, los materiales que se podrían utilizar son de fácil disponibilidad, no presentan costos excesivos, entre otros factores importantes.

## 2.2 EVALUACIÓN DE CONCEPTOS

Se elaborará la matriz de evaluación, la cual tiene como objetivo evaluar los conceptos filtrados en el paso anterior de una manera más exhaustiva.

Según Ulrich y Eppinger (2009) ahora se usará una escala más fina. Recomendada una escala del 1 al 5.

**Tabla 15:** *Puntaje de calificación de conceptos .*

DESEMPEÑO RELATIVO	CALIFICACION
Mucho Peor que la Referencia	1
Pero que la Referencia	2
Igual que la Referencia	3
Mejor que la Referencia	4
Mucho mejor que la Referencia	5

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE CONCEPTOS

Según Ulrich y Eppinger (2009) para el propósito de la selección del concepto, los valores son determinados subjetivamente, basándonos en los resultados de la encuesta previa de especificaciones del producto.

**Tabla 16 :** *Matriz de evaluación de conceptos.*

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PESO	CONCEPTOS			
		CONCEPTO 1	CONCEPTO 2	CONCEPTO 3	REGLA T CONVENCIONAL (REFERENCIA)
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	
<b>Portabilidad</b>	<b>0.2</b>				
Peso	0.1	4	4	4	3
Tamaño	0.1	5	5	5	3
<b>Diseño , estética</b>	<b>0.2</b>				
Colores	0.1	3	3	3	3
Diseño Externo	0.1	4	4	4	3
<b>Calidad</b>	<b>0.15</b>				
Material	0.5	4	5	3	
Durabilidad	0.5	4	4	4	3
Acabados	0.5	3	3	3	3
<b>Precio</b>	<b>0.15</b>	4	5	4	3
<b>Facilidad de uso</b>	<b>0.1</b>				
Facilidad de Limpieza	0.5	4	4	4	3
Facilidad de Carga	0.5	5	5	5	
<b>Precisión</b>	<b>0.2</b>	2	3	3	3
TOTAL DE PUNTOS	-	12.6	13.45	12.3	-
<b>LUGAR</b>	-	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	-
CONTINUAR	-	NO	DESARROLLAR	NO	-

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 16 se muestra la matriz de evaluación, donde los conceptos ya filtrados han sido evaluados con respecto a la referencia que es una REGLA T CONVENCIONAL.

Esta matriz nos indica cual es el concepto que se tiene que desarrollar, en este caso es el Concepto N°2.

### 2.2.2 PRUEBA DE ESCENARIOS

Para corroborar que el Concepto N° 2 es el que se tiene que desarrollar, se elaboró la prueba de escenarios, el cual consiste en darle diferentes pesos a los criterios de selección.

-*Escenario N° 1:* se le asigno mayor peso a portabilidad y a precisión dándonos como concepto a desarrollar en N°2.

- *Escenario N° 2:* se le asigno mayor peso a calidad y facilidad de uso, dándonos como concepto a desarrollar en N°2.

**Tabla 17** : Matriz de evaluación de conceptos , escenario 1

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PESO	CONCEPTOS			REGLA T CONVENCIONAL (REFERENCIA)
		CONCEPTO 1	CONCEPTO 2	CONCEPTO 3	
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	
<b>Portabilidad</b>	<b>0.25</b>				
Peso	0.1	4	4	4	3
Tamaño	0.15	5	5	5	3
<b>Diseño , estética</b>	<b>0.15</b>				
Colores	0.5	3	3	3	3
Diseño Externo	0.1	4	4	4	3
<b>Calidad</b>	<b>0.1</b>				
Material	0.025	4	5	3	
Durabilidad	0.5	4	4	4	3
Acabados	0.025	3	3	3	3
Precio	<b>0.1</b>	4	5	4	3
<b>Facilidad de uso</b>	<b>0.15</b>				
Facilidad de Limpieza	0.5	4	4	4	3
Facilidad de Carga	0.1	5	5	5	
<b>Precisión</b>	<b>0.25</b>	2	3	3	3
TOTAL DE PUNTOS	-	8.625	9	8.85	-
<b>LUGAR</b>	-	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	-
CONTINUAR	-	NO	DESARROLLAR	NO	-

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En La tabla N°17 se muestra la matriz de selección , escenario N°1 , la cual indica que debe desarrollarse el Concepto N°2 con un puntaje de 13.45.

**Tabla 18 :** *Matriz de evaluación de conceptos , escenario 2*

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PESO	CONCEPTOS			REGLA T CONVENCIONAL (REFERENCIA)
		CONCEPTO 1	CONCEPTO 2	CONCEPTO 3	
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	
<b>Portabilidad</b>	<b>0.15</b>				
Peso	0.5	4	4	4	3
Tamaño	0.2	5	5	5	3
<b>Diseño , estética</b>	<b>0.1</b>				
Colores	0.5	3	3	3	3
Diseño Externo	0.5	4	4	4	3
<b>Calidad</b>	<b>0.25</b>				
Material	0.1	4	5	3	
Durabilidad	0.15	4	4	4	3
Acabados	0.5	3	3	3	3
<b>Precio</b>	<b>0.1</b>	4	5	4	3
<b>Facilidad de uso</b>	<b>0.2</b>				
Facilidad de Limpieza	0.5	4	4	4	3
Facilidad de Carga	0.5	5	5	5	
<b>Precisión</b>	<b>0.2</b>	2	3	3	3
TOTAL DE PUNTOS	-	14.3	14.7	14.4	-
<b>LUGAR</b>	-	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	-
CONTINUAR	-	NO	DESARROLLAR	NO	-

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En La tabla N° 18 se muestra la matriz de selección , escenario N°2 , la cual indica que debe desarrollarse el Concepto N°2 con un puntaje de 14

### 2.2.3 CONCEPTO FINAL

Después de realizar la matriz de evaluación, matriz de selección de conceptos y prueba de escenarios llegamos a la conclusión que el concepto a desarrollar es el CONCEPTO 2: Regla T la cual posee una cabecera de plástico, un cuerpo (regla) de metal flexible, es recubierto por silicona y es ensamblado por pernos, debido a que este concepto cumple en su mayoría con todas las características que los clientes esperan del producto.

A partir de este momento por sus características le pondremos el nombre de Regla T enrollable y acoplable al CONCEPTO 2.

## 3 PRUEBA DE CONCEPTO

### 3.1 DEFINIR EL PROPOSITO DE LA PRUEBA DE CONCEPTO

El propósito de la prueba de concepto de un producto, es poder obtener información de los potenciales clientes.

Este paso nos ayuda a verificar que las necesidades del cliente sean satisfechas de forma adecuada por el concepto seleccionado, evalúa el potencial de ventas y reúne toda la información necesaria para refinar el concepto seleccionado.

Las preguntas que se buscan responder en la prueba de concepto son:

- ¿Cómo puede mejorarse el concepto para satisfacer mejor las necesidades del cliente?
- ¿Se debe continuar con el desarrollo del concepto?
- ¿El diseño y función del concepto es valorado por el cliente?
- ¿El concepto cumple su función y satisface las necesidades del cliente?

### 3.2 ESCOGER LA POBLACION A ENCUESTAR

Es de suma importancia escoger cuidadosamente la población a encuestar, dicha población debe reflejar la opinión del mercado objetivo para el producto.

-MUESTRA:

Cálculo de tamaño de muestra conociendo el tamaño de la población.

La fórmula es la siguiente:

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

**Donde:**

N: Total de la población

p: Proporción estimada de éxitos (en este caso 5%=0.05)

q: (1-p) Proporción estimada de fracasos (en este caso 1-0.05=0.95)

Z: Coeficiente de Constante.

e<sup>2</sup>: Error Muestra.

N.C: Nivel de confianza

n: Tamaño de la muestra

Para hallar nuestra población tomamos en cuenta los ingresantes de carreras de ingeniería de las universidades de Arequipa que tienen en su malla curricular el curso de Dibujo Técnico, que figuran en la siguiente tabla.

Estos datos han sido brindados por el Ministerio de Educación como consta en los anexos N° 16 y 17

En otras universidades se está considerando: Universidad Alas Peruanas, Universidad Autónoma de San Francisco, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Universidad San Martín de Porres, Universidad José Carlos Mariátegui, Universidad de la Salle, Universidad Privada Autónoma del Sur.

Se consideró todas las universidades de Arequipa ya que en el momento que se realizó la prueba de concepto se estaba realizando el proceso de licenciamiento de las Universidades.

**Tabla 19 :** *Cantidad de ingresantes a las carreras de ingeniería en Arequipa en el 2019.*

UNIVERSIDAD	CANTIDAD
Universidad Nacional de San Agustín	1366
Universidad Católica de San Pablo	1077
Universidad Católica de Santa María	1849
Universidad Tecnológica del Peru	2514
Universidad Continental	1639
Otras Universidades	3629
<b>TOTAL</b>	<b>12074</b>

Fuente: Elaboración Propia

Los respectivos valores fueron:

$$e = 5\%$$

$$N.C = 95\%$$

$$Z = 1.96$$

$$P = 0.5$$

$$Q = 0.5$$

$$N = 12074$$

$$n = 373$$

Aplicando la fórmula antes mencionada, se obtiene un tamaño muestra de **373** estudiantes a los cuales se le tiene que realizar la encuesta.

### 3.3 SELECCIONAR FORMATO DE ENCUESTA

El formato de encuesta elegido es por internet, ya que todo el segmento objetivo usa este medio constantemente facilitando la participación de los encuestados.

### 3.4 COMUNICACIÓN DE CONCEPTO

El concepto fue comunicado mediante una descripción escrita y gráfica, el cual consiste es un párrafo corto acompañado de una imagen, el cual es leído por las personas que respondan la encuesta

Para este caso, el párrafo se encuentra en el medio de la encuesta y es el siguiente:

***“Imagínese una Regla T la cual pueda reducir su tamaño hasta 4 veces, posea en la cabecera medidas de ángulos lo cual le permita remplazar las escuadras, además cuente con un estuche el cual le permita llevar la regla en cualquier mochila o cartera convencional”***

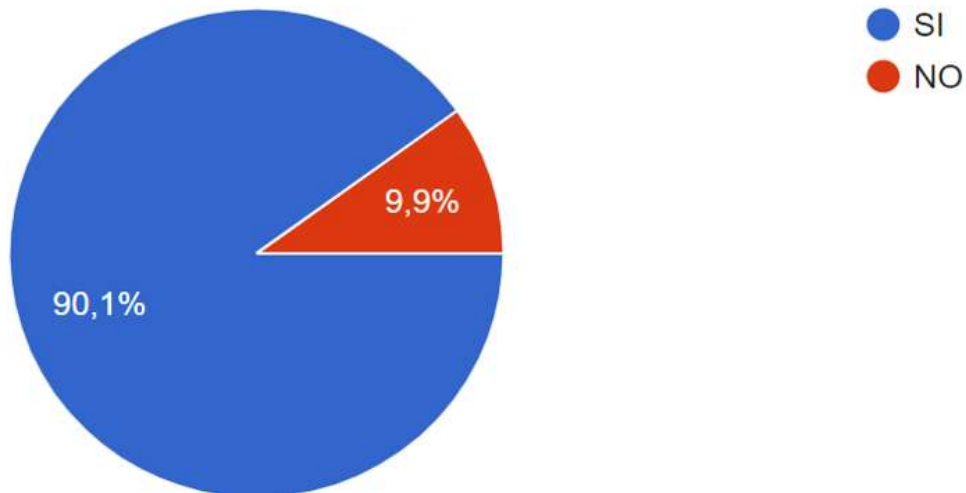
### 3.5 MEDIR RESPUESTA DEL CLIENTE

Para medir las respuestas del cliente Se aplicó una encuesta detallada en el Anexo N°18. El objetivo de esta encuesta es para conocer nuestro mercado objetivo, saber la opinión de los futuros clientes, también conocer si el cliente estaría de acuerdo con la solución brindada.

**INFORMACION OBTENIDA:**

**Pregunta 1:**

**Figura 40 :** *¿Haz usado la regla T en el curso de Dibujo Técnico ?*

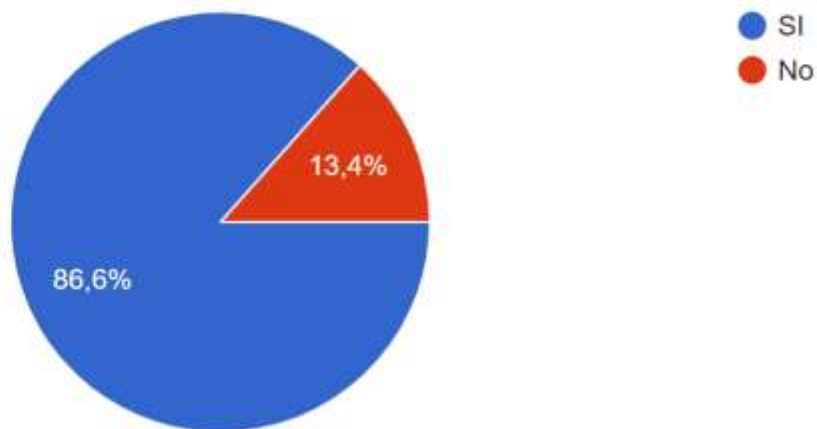


Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la Figura N°40 se indica que el 90.1% de los estudiantes encuestados usaron la Regla T en el curso de Dibujo Técnico.

**Pregunta 2:**

**Figura 41:** *¿ Haz tenido incomodidad al transportar la Regla T?*

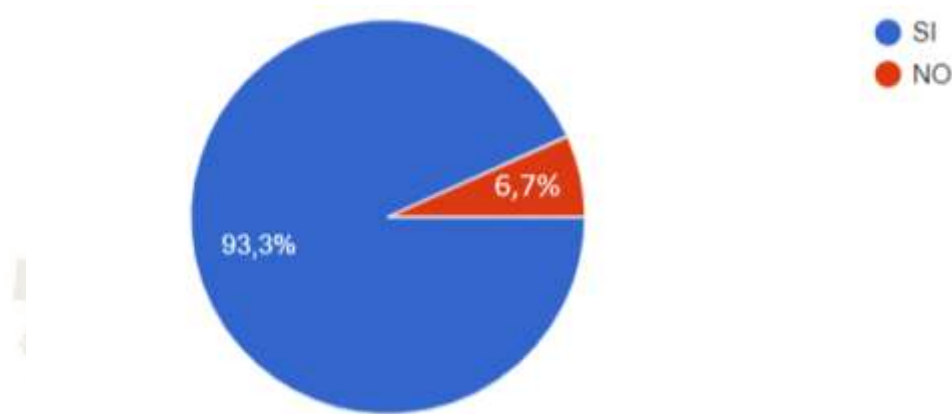


Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 41 se indica que el 86.6 % si presentan dificultades al trasportar la regla T, mientras que un 13.4 % no presenta dificultades con su Regla T.

**Pregunta 3:**

**Figura 42 :** ¿ Cree usted que sería útil una Regla T que pueda reducir varias veces su tamaño?

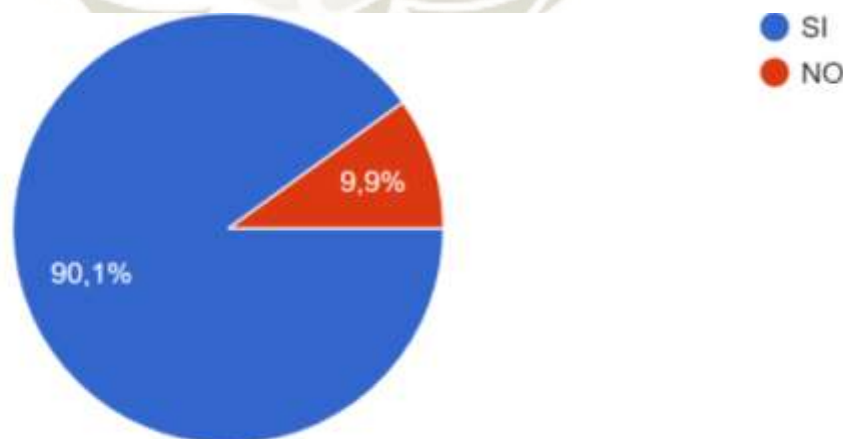


Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 42 se indica que el 93,3 % cree que, si sería útil una regla T que reduzca varias veces su, mientras que un 6,7 % cree que no es útil.

**Pregunta 4:**

**Figura 43 :**¿Cree usted que sería útil una Regla T que posea medidas de ángulos y pueda remplazar las escuadras?

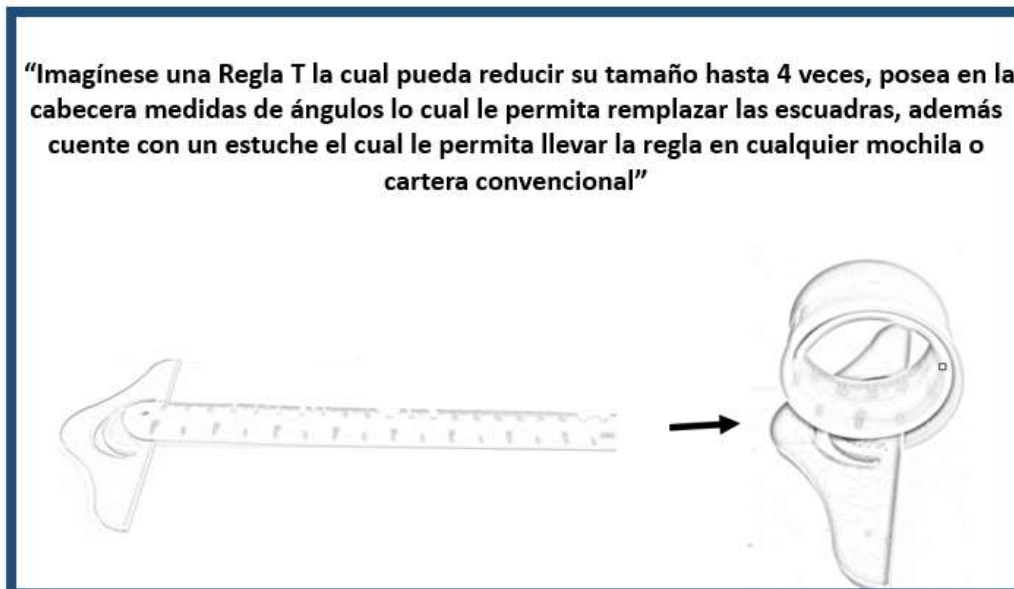


Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 43 se indica que el 90,1 % cree que, si sería útil una regla T que posea medidas de ángulos, mientras que un 9,9 % cree que no es útil.

En esta parte de la encuesta, después de las cuatro primeras preguntas se comunicó el concepto:

**Figura 44 :** *Comunicación de prueba de concepto regla T enrollable y acoplable.*



Fuente: Elaboración Propia

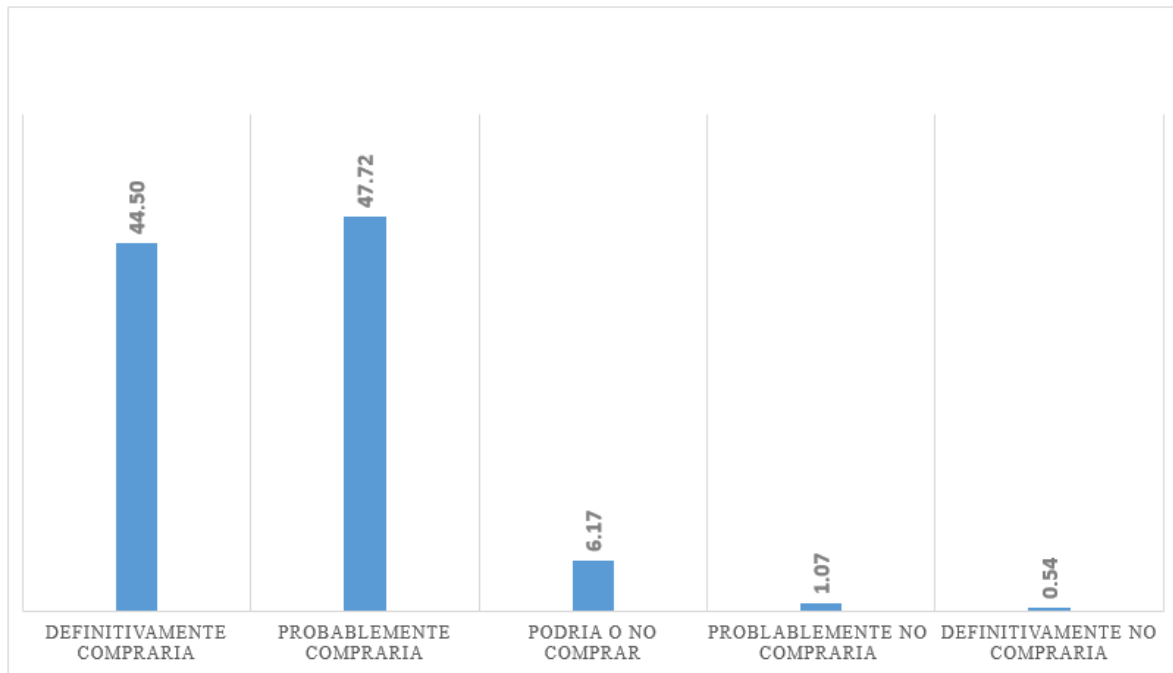
**Pregunta 5:**

**Tabla 20:** *Frecuencia de interés de compra*

INTERES DE COMPRA	CANTIDAD	FRECUENCIA
DEFINITIVAMENTE COMPRARIA	166	44.50
PROBABLEMENTE COMPRARIA	178	47.72
PODRIA O NO COMPRAR	23	6.17
PROBABLEMENTE NO COMPRARIA	4	1.07
DEFINITIVAMENTE NO COMPRARIA	2	0.54

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 45** :¿Estaría interesado en comprar un producto con las características anteriores ?



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N°45 se indica que el 44,50 % definitivamente compraría, el 47,72% probablemente compraría, el 6,17% podría o no comprar, el 1,07% probablemente no compraría y el 0,54% definitivamente no compraría.

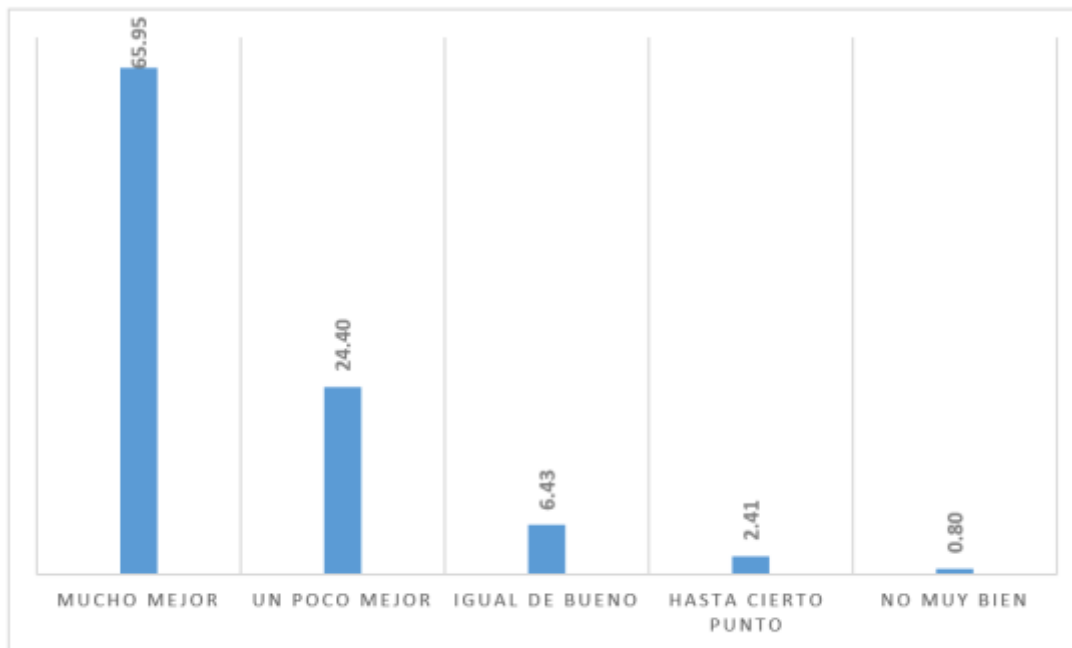
**Pregunta 6:**

**Tabla 21** : Frecuencia porcentual de mejora del producto

ITEMS	CANTIDAD	FRECUENCIA
MUCHO MEJOR	246	65.95
UN POCO MEJOR	91	24.40
IGUAL DE BUENO	24	6.43
HASTA CIERTO PUNTO	9	2.41
NO MUY BIEN	3	0.80

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 46:** ¿Te parece si este producto es mejor que a los que encuentras en el mercado?



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N°46 se indica que el 65,95 % cree que el producto propuesto es mucho mejor que los que están en el mercado, el 24,4% indica que el producto propuesto es un poco mejor que los que están en el mercado, el 6,43% que es igual de bueno, el 2,41 % hasta cierto punto y el 0,80% no muy bien.

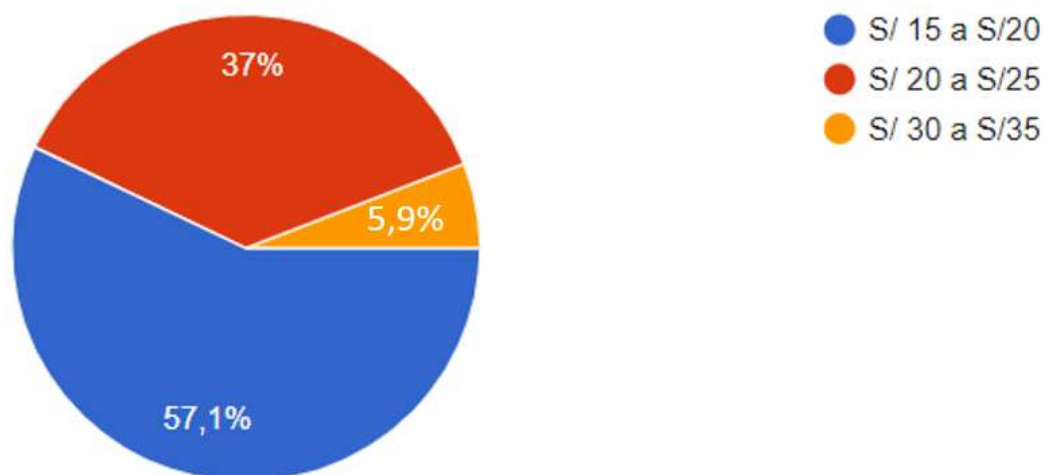
**Pregunta 7:**

**Tabla 22 :** Frecuencia Porcentual de costo de producto.

COSTO PREFERIDO	CANTIDAD	FRECUENCIA
S/ 15 a S/20	213	57.10
S/ 20 a S/25	138	37.00
S/ 30 a S/35	22	5.90

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 47** : *¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto mencionado?*



Fuente: Elaboración Propia

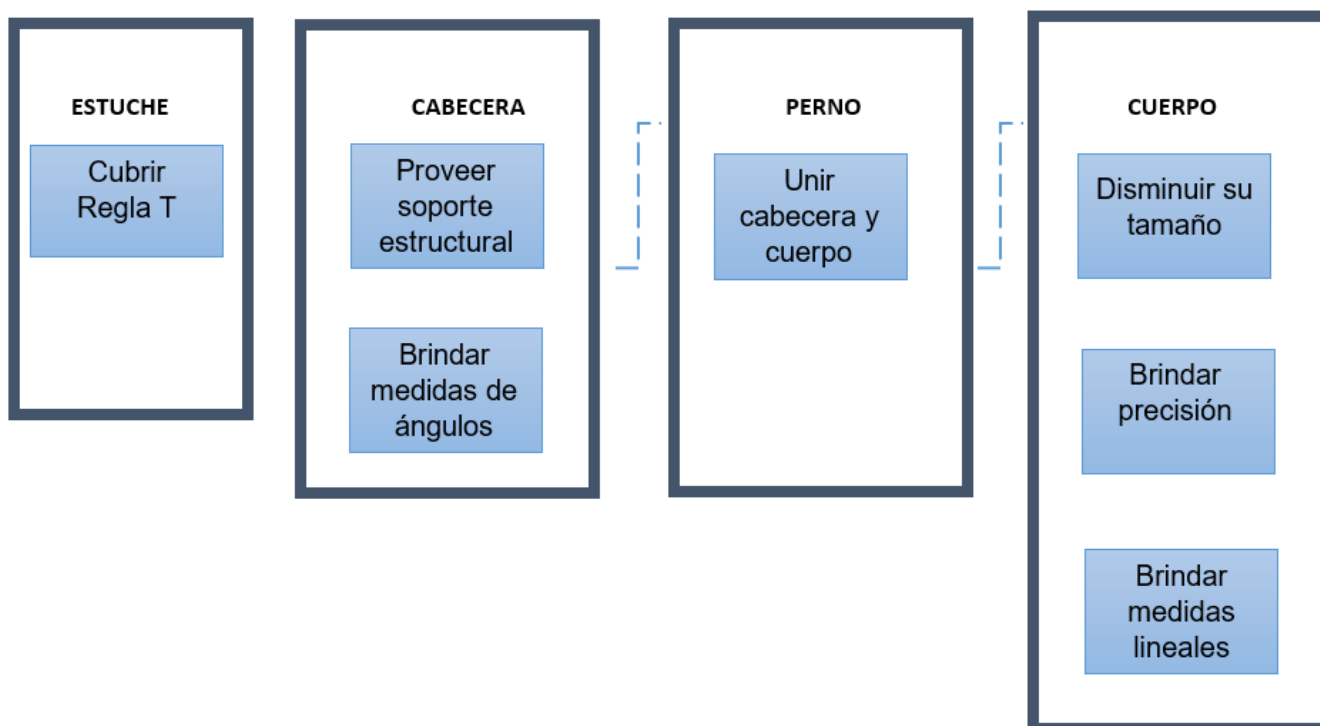
Comentario : En la figura N°47 se indica que el 57,10 % estaría dispuesto a pagar entre 15 a 20 soles por el producto, que el 37 % estaría dispuesto a pagar entre 20 a 25 soles y que el 5,9 % estaría dispuesto a pagar entre 30 y 35 soles.

## 4 ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

### 4.1 ESQUEMA DEL PRODUCTO Y AGRUPACION DE ELEMENTOS

Este esquema tiene como objetivo representar los elementos constructivos del producto. Los elementos del esquema del producto son físicos como, la cabecera, el cuerpo y el perno.

**Figura 48:** *Esquema de Regla T enrollable y acoplable.*

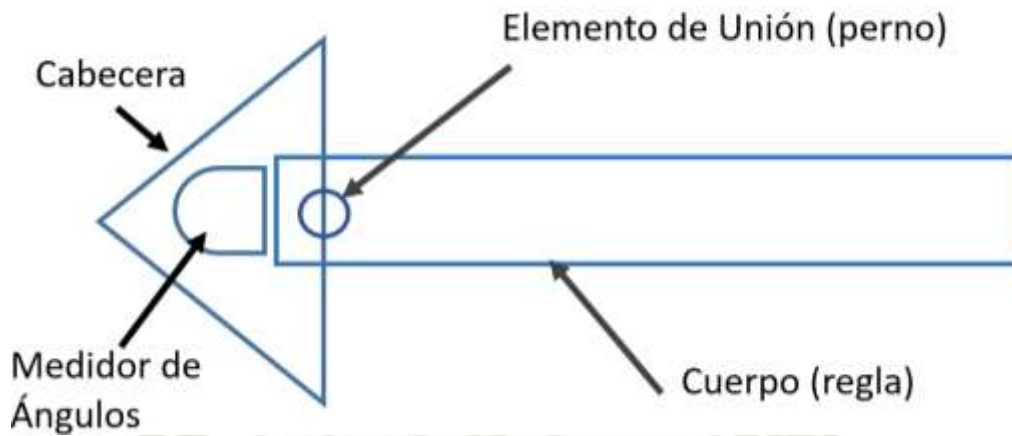


Fuente: Elaboración Propia

### 4.2 DISPOSICIÓN GEOMÉTRICA

Este esquema muestra las interfaces geométricas entre los trozos mostrando relaciones dimensionales básicas.

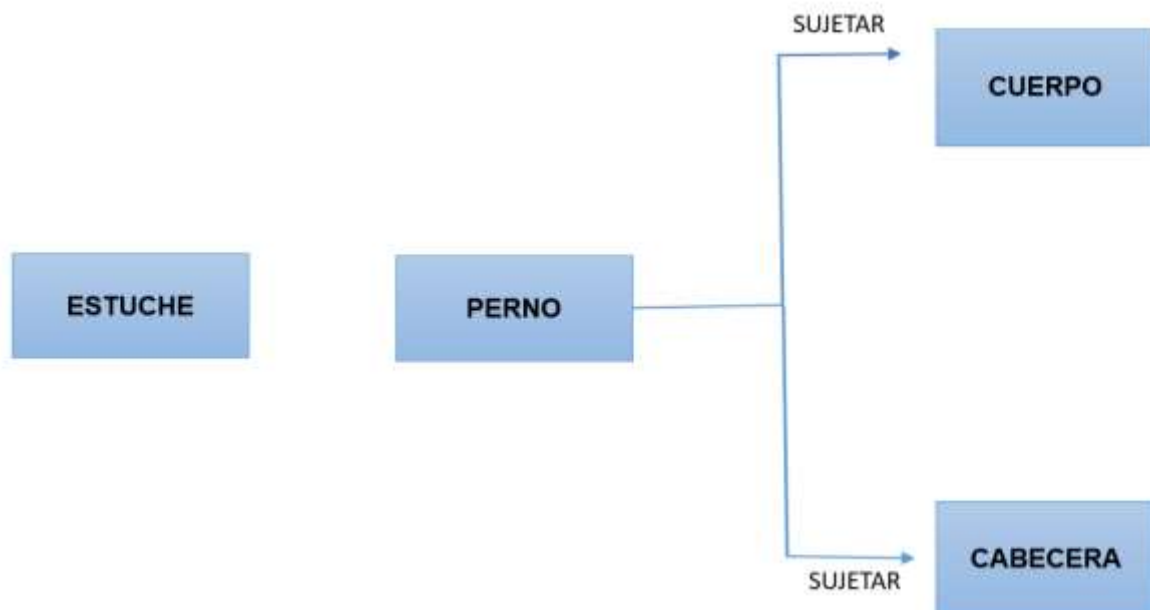
**Figura 49** :. *Disposición geométrica de la Regla T enrollable y Acoplable.*



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 INTERACCIONES INCIDENTALES

**Figura 50** : *Interacciones Incidentales de la Regla T enrollable y Acoplable*

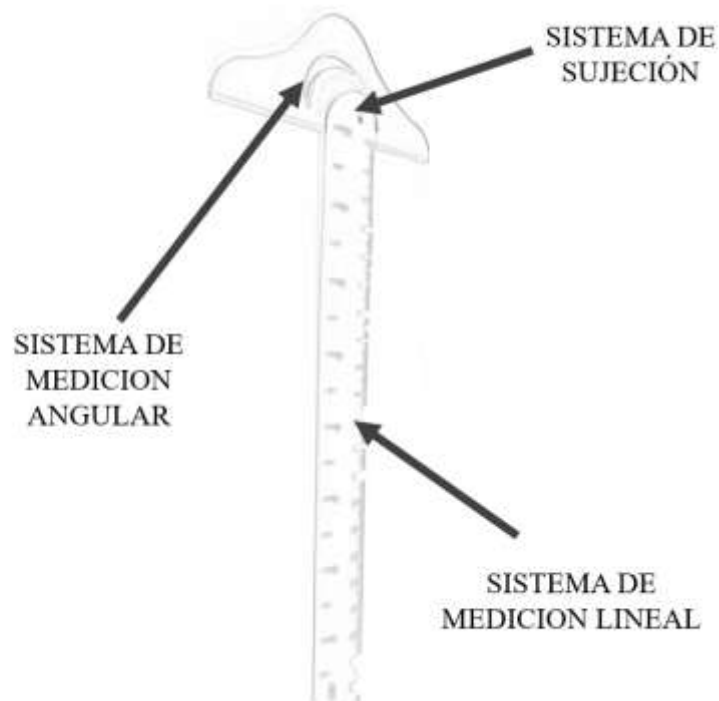


Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la Figura N° 50 se indica las interacciones incidentales , las cuales resultan del ensamblaje de el perno con el cuerpo y cabecera de la regla T.

#### 4.4 ESQUEMA FUNCIONAL

**Figura 51 :** *Esquema funcional de la Regla T enrollable y Acoplable*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 51 se muestra los 3 sistemas que conforman nuestra regla T enrollable y Acoplable.



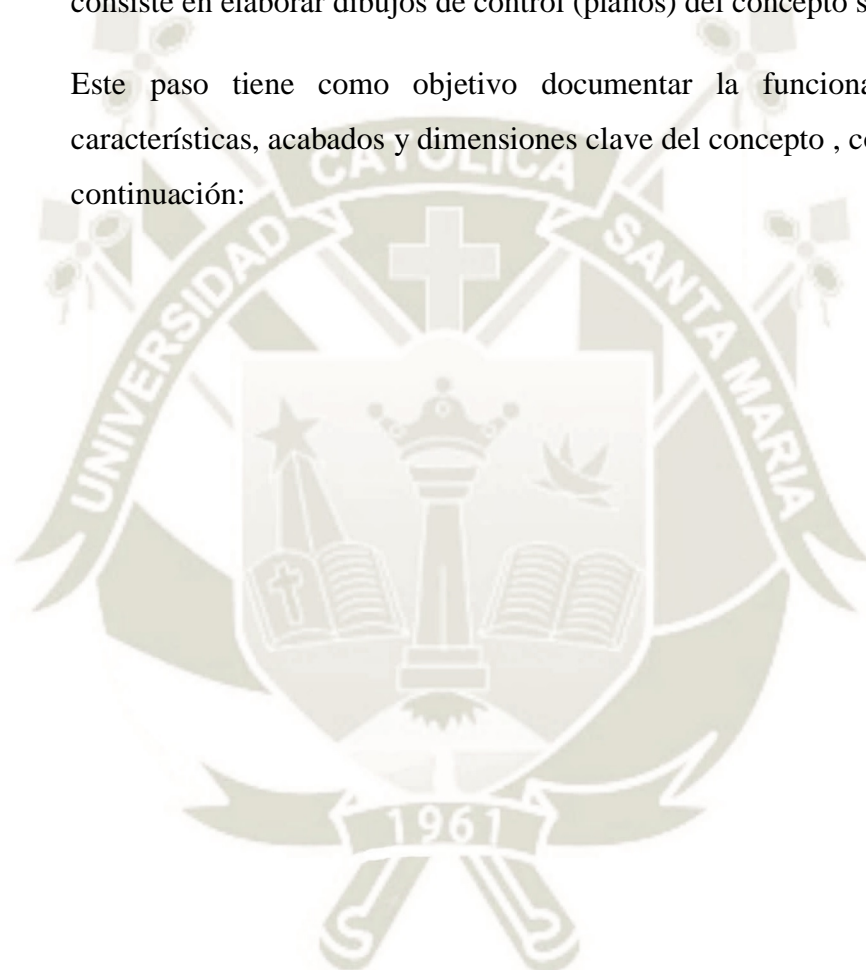
# **CAPITULO V: ANALISIS DE LA PROPUESTA**

## 1 DISEÑO INDUSTRIAL

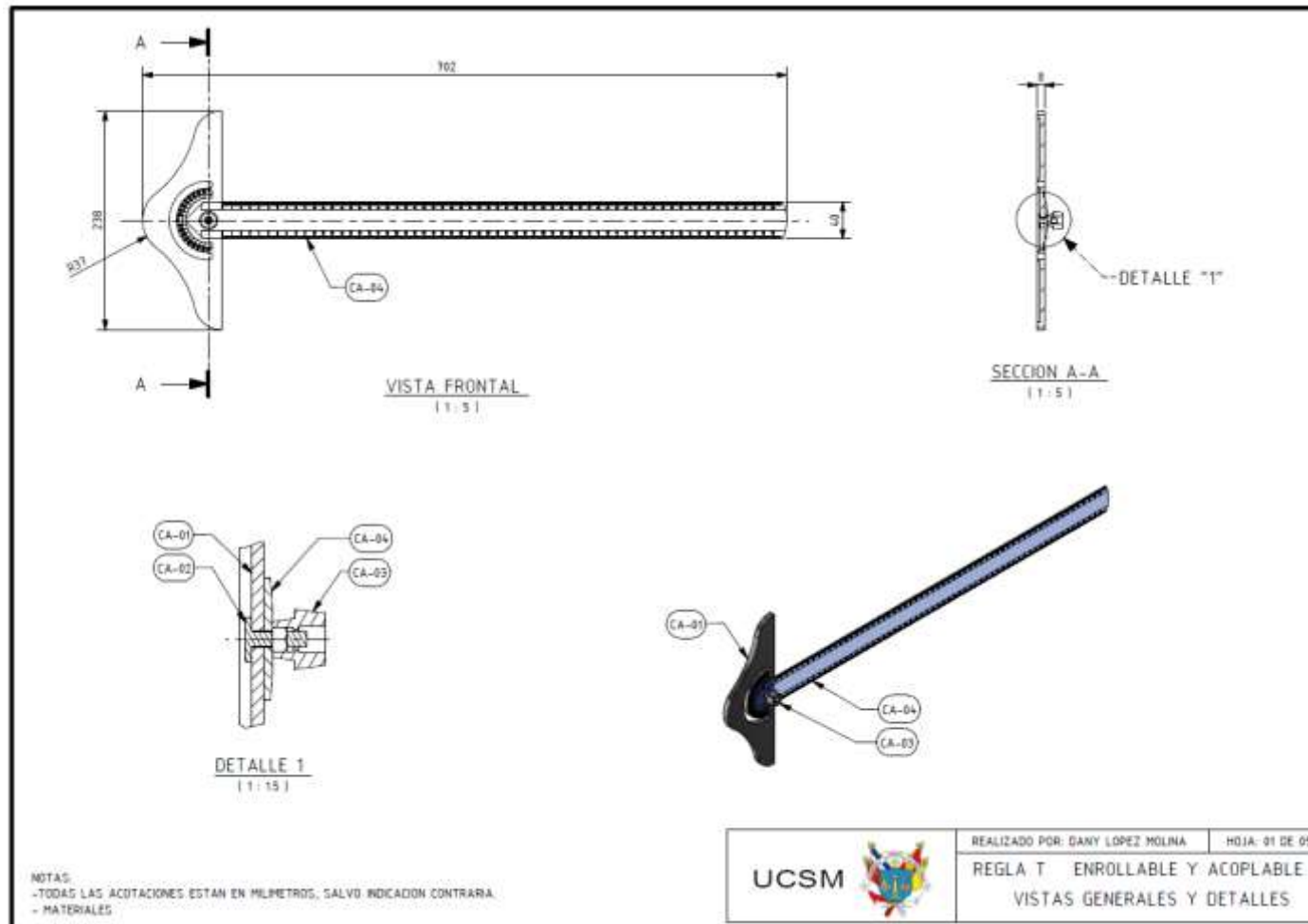
### 1.1 SELECCIÓN FINAL DEL CONCEPTO

Aquí se completa el proceso o procedimiento de desarrollo del concepto el cual consiste en elaborar dibujos de control (planos) del concepto seleccionado.

Este paso tiene como objetivo documentar la funcionalidad, tamaños, características, acabados y dimensiones clave del concepto, como se detallan a continuación:



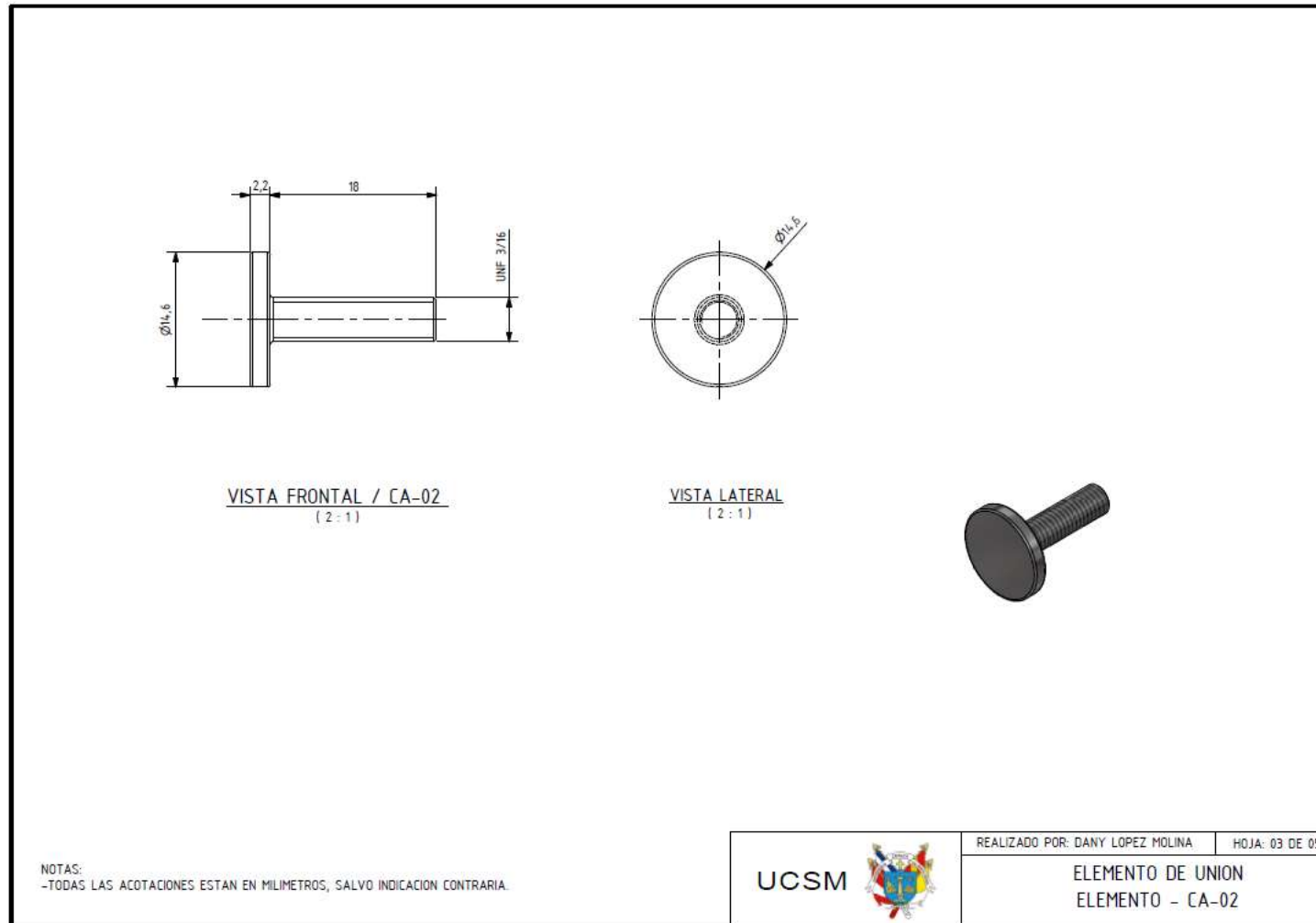
**Figura 52:** Plano Final de Regla T Enrollable y Acoplable.



Fuente: Elaboración Propia

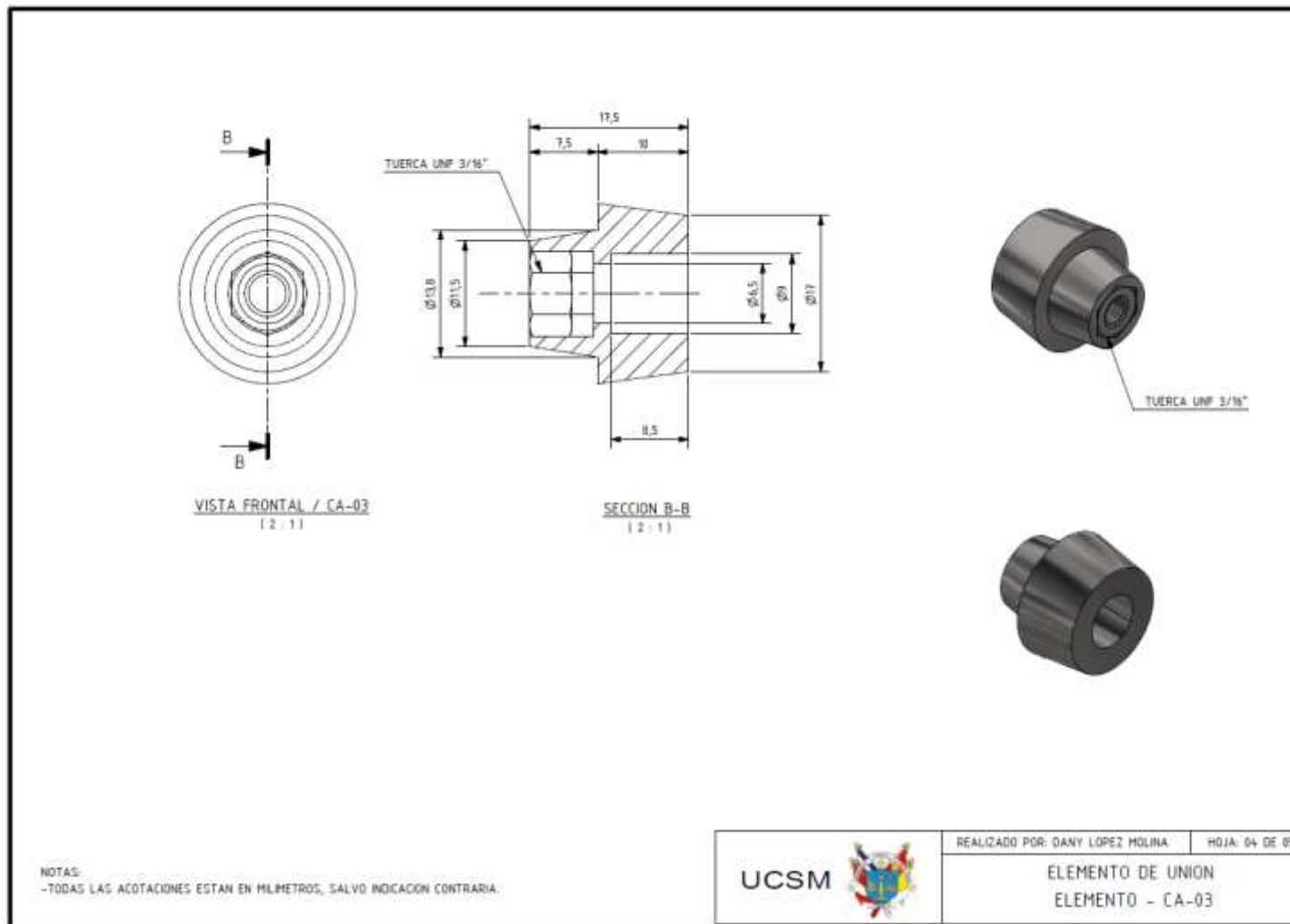


**Figura 54:** Plano Final de Elemento de Unión.



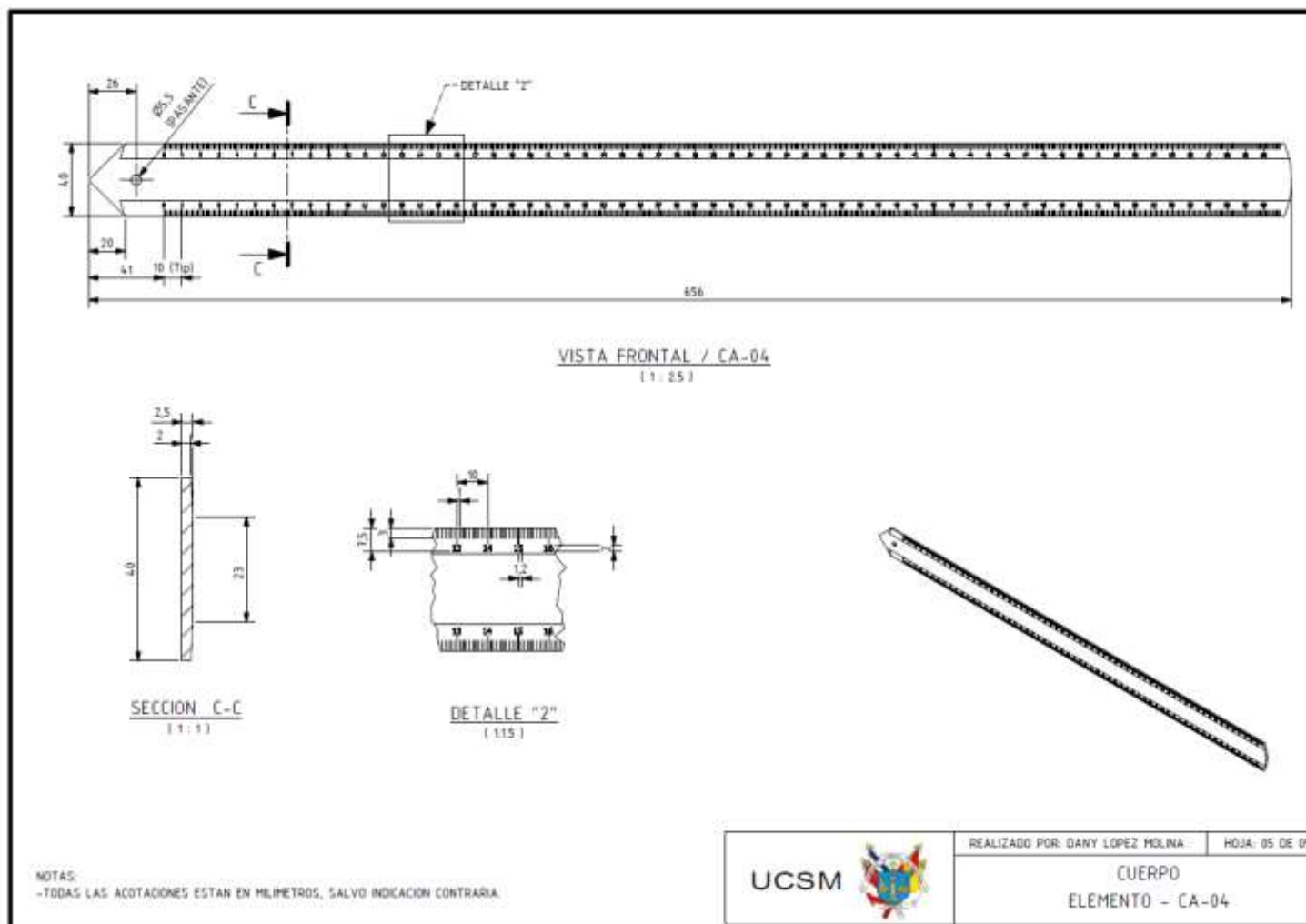
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 55:** Plano Final de Elemento de Unión.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 56: Plano Final de Elemento de Cuerpo.



Fuente: Elaboración Propia

## 2 DISEÑO DE MANUFACTURA

### 2.1 PROCESO PRODUCTIVO

A continuación, detallaremos el proceso productivo de nuestra Regla T enrollable y Acoplable mediante el diagrama de operaciones de proceso (DOP) y el diagrama de análisis de procesos (DAP).

Cabe resaltar que debido al alto costo que representa el proceso de impresión de las medidas en el cuerpo de la regla por la tecnología y maquinaria a utilizar, y la materia prima (tinta) se ha visto por conveniente tercerizar esta etapa a una empresa especializada en el tema.

De esta manera se podrá mantener un precio de la regla que sea accesible al mercado objetivo y mantener reducido el costo de fabricación.

#### 2.1.1 DIAGRAMAS DE OPERACIONES

##### A. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESOS:

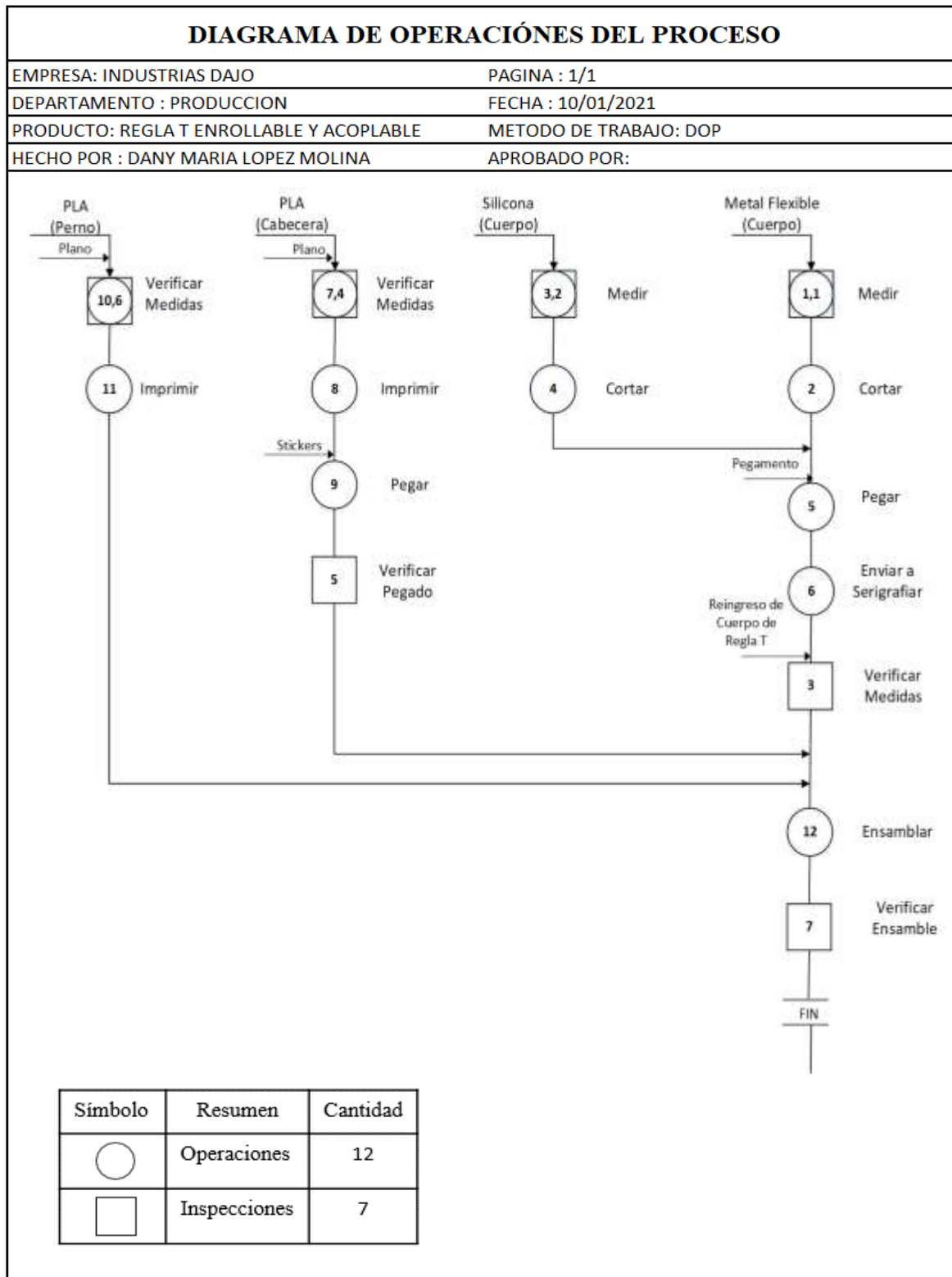
Como se sabe el Diagrama de Operación de Procesos, es un conjunto de operaciones las cuales tienen como objetivo generar un resultado, que en este caso es el proceso productivo de la regla T Enrollable y Acoplable. Como se observa en la imagen siguiente este proceso productivo consta de 12 operaciones y 7 inspecciones.

##### B. DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS:

A diferencia del diagrama anterior, este diagrama nos muestra a más detalle el proceso productivo de la regla T enrollable y Acoplable, ya que no solo se refleja la cantidad de operaciones e inspecciones sino también otros procesos como transporte demora y almacén.

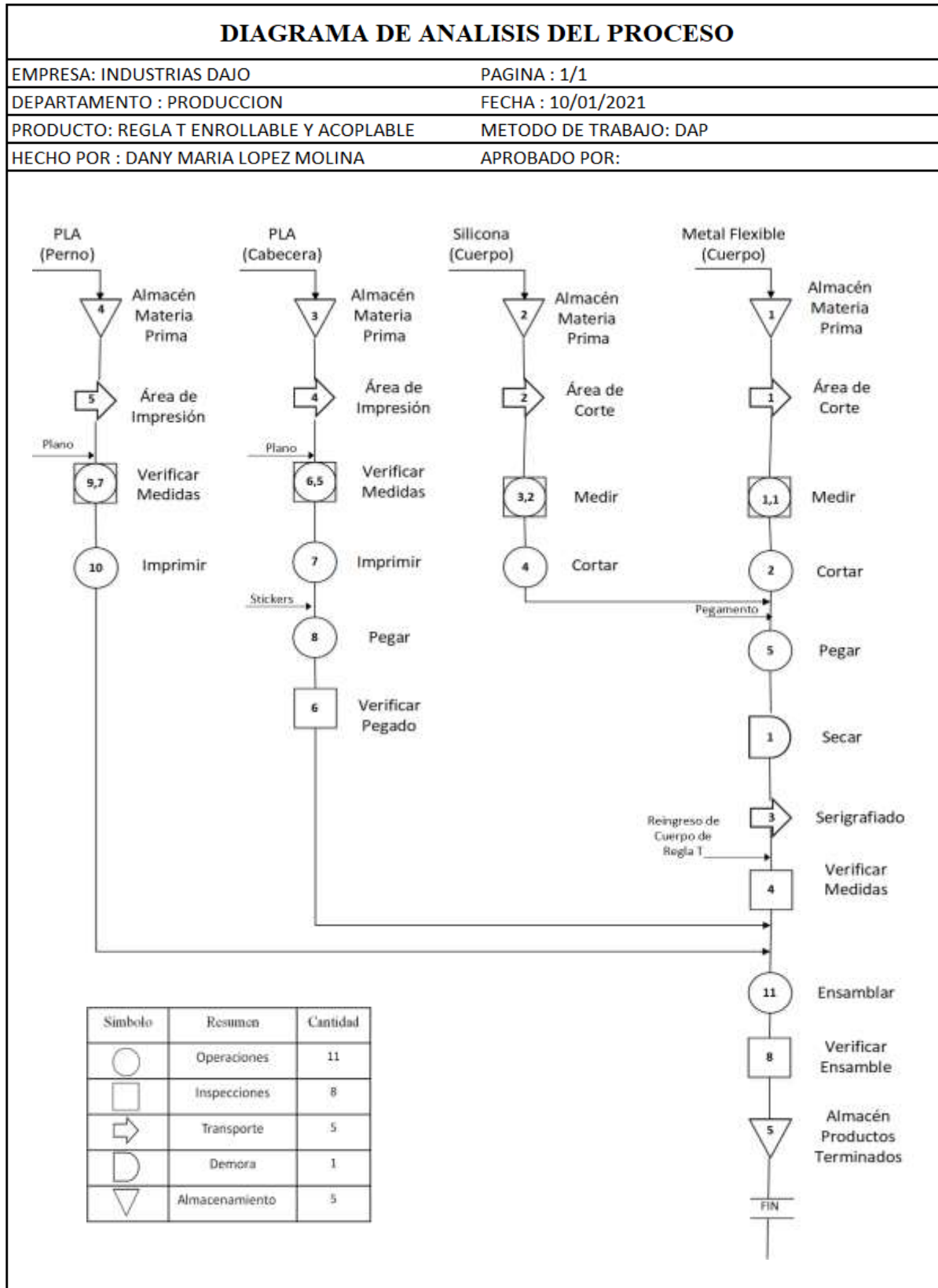
Como se muestra en la imagen subsiguiente este proceso productivo consta de 5 almacenamientos, 11 operaciones, 8 inspecciones 5 transportes de los cuales y una demora.

**Figura 57:** Diagrama de Operaciones de Procesos Regla T enrollable y Acoplable.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 58:** Diagrama de Análisis de Procesos Regla T enrollable y Acoplable



Fuente: Elaboración Propia

### 3 COSTO DE MANUFACTURA

#### 3.1 LISTA DE MATERIALES

Para el producto en desarrollo se va a enlistar los materiales que se van a necesitar:

*-Cabecera y Elemento de Unión:*

#### **Filamento Impresora 3D 175 mm (PLA).**

También llamado ácido poliláctico, pertenece a la familia de los polímeros que puede ser biodegradable bajo ciertas condiciones a temperaturas del orden de 60 °C. Se puede degradar en agua y óxido de carbono.

Es uno de los materiales de impresión más populares y utilizados para las impresoras 3D,. Es dimensionalmente estable, por lo que no hay necesidad de una cama con calefacción. Es relativamente barato, y no es difícil de conseguir en forma de filamento. este se compone de materias primas renovables, por lo hace más sostenible en comparación al plástico de los combustibles fósiles.

**Figura 59 :** *Filamento PLA 1.75 mm.*



Fuente: Tienda Virtual Alibaba (2021)

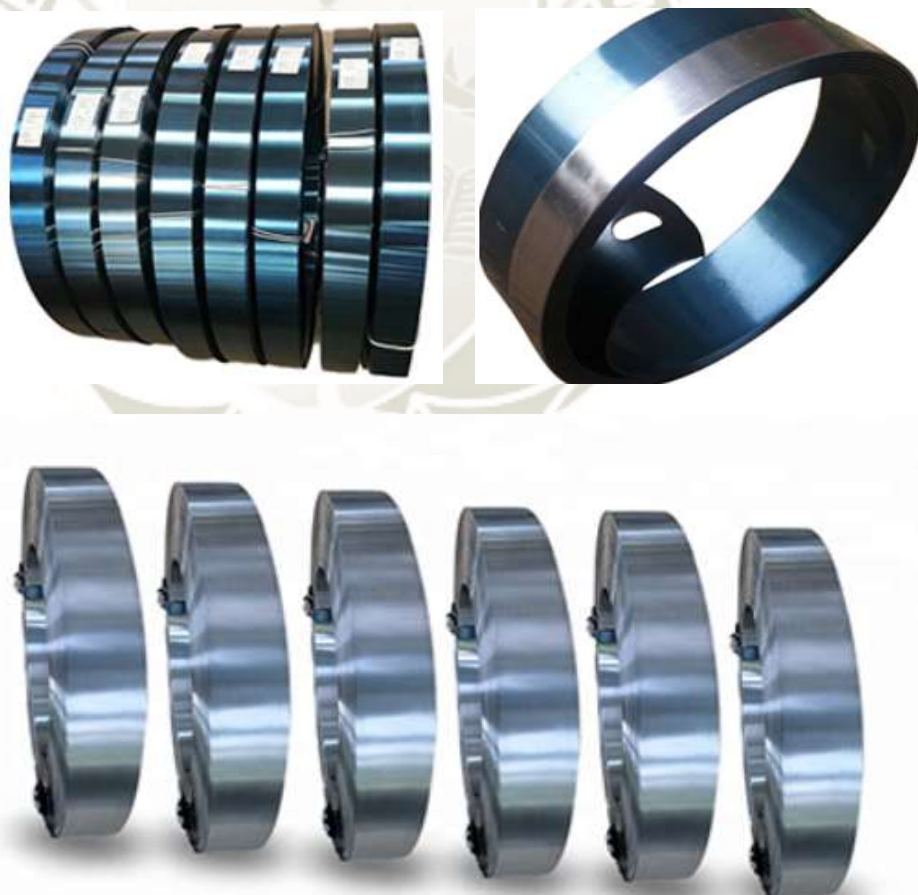
*-Cuerpo:*

**Metal flexible (acero templado SAE 1070 SAE 1075)**

Pertenece a la familia de los aceros para herramientas, las características de estos materiales es que pueden modificar su tamaño, forma y dimensiones, debido a su mayor cantidad de carbono en su estructura, generalmente tienen un contenido superior a 0.30 %, lo que les permite ser más flexibles.

El acero templado es producto del proceso de templado del acero 1070, este proceso tiene como objetivo mejorar su resistencia al desgaste, flexibilidad y resistencia a la rotura, esto se logra llevando el material a una temperatura elevada más de 800 °C, dejándolo enfriar en agua, aceite o al aire libre tiene muchas aplicaciones, como fletadoras, herramientas, maquinarias entre otras.

**Figura 60 : Fleje de Acero SAE 1070 SAE 1075**



Fuente: Tienda Virtual Alibaba (2021)

**Láminas de Silicona:**

Estas laminas son muy usadas para todo tipo de manualidades, su gran ventaja es de la cantidad de colores y espesores, lo cual las hace muy versátiles.

**Figura 61 :** *Laminas de Silicona*



Fuente: Tienda Virtual Alibaba (2021)

**Pegamento UHU para metal:**

Es un pegamento liquido de resina sintética, el cual tienen gran porcentaje de eficacia para pegados rápidos y transparentes.

Este pegamento es adecuado para aplicaciones universales, para pegar plástico, metal, madera entre otros materiales. Lo ventajoso de este pegamento es la rapidez de su secado y de forma duradera.

**Figura 62:** *Pegamento UHU para metal.*



Fuente: Tienda Virtual Alibaba (2020)

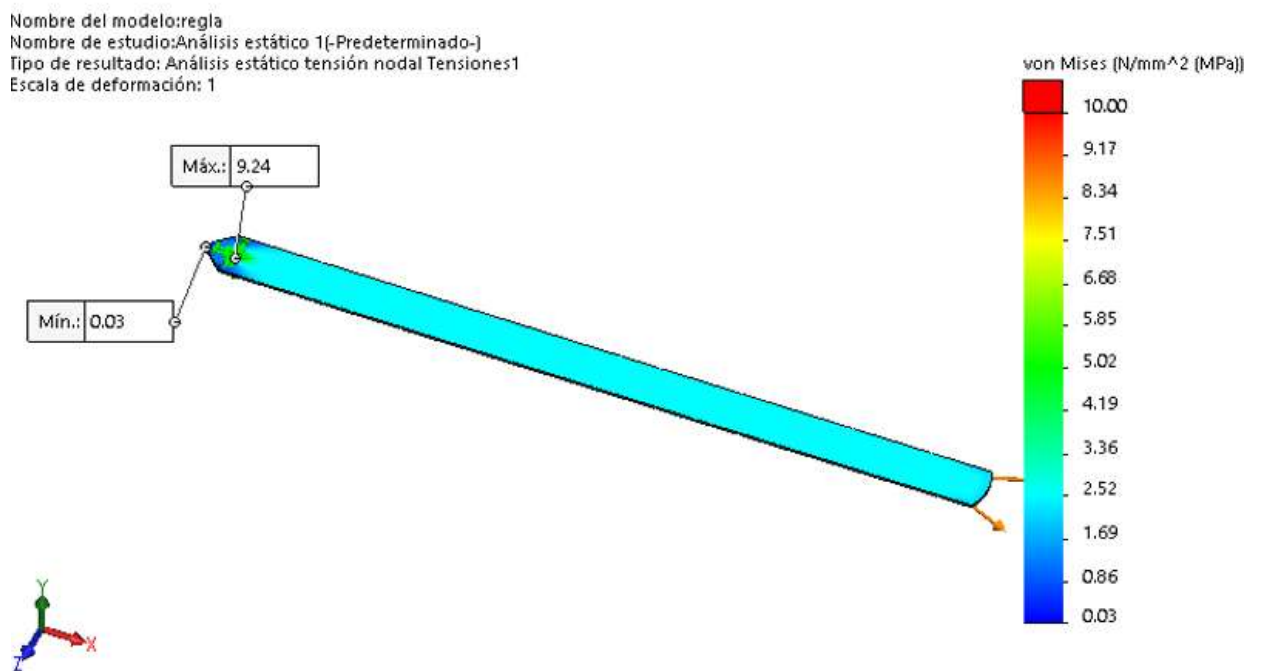
### 3.2 ESTUDIO DE ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA REGLA

Este estudio fue realizado en el simulador Solidworks considerando las medidas originales de la Regla T Enrollable y Acoplable.

Este estudio fue realizado al cuerpo (regla) específicamente al orificio donde va el elemento de unión (perno) en el cual se le aplicó una fuerza de 300 N.

En el cual se llegó al resultado de que se tiene la capacidad de resistir la fuerza aplicada y donde se concentra el mayor esfuerzo es el orificio donde se coloca el perno.

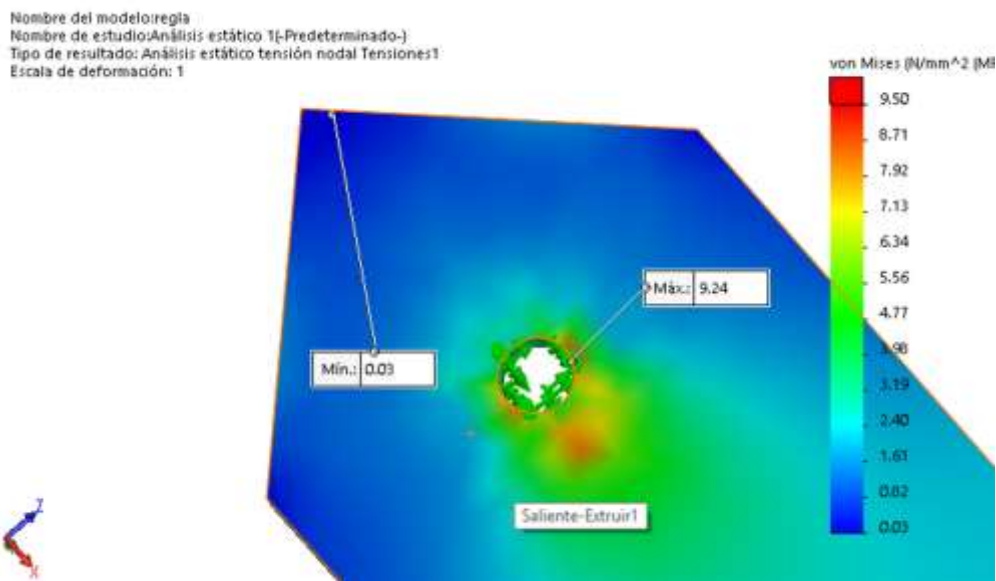
**Figura 63 :** *Análisis Estático de la Regla T Enrollable y Acoplable.*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N°63 se indica los resultados del análisis estático el cual indica que la regla llega a un esfuerzo máximo de 9.24 MPA.

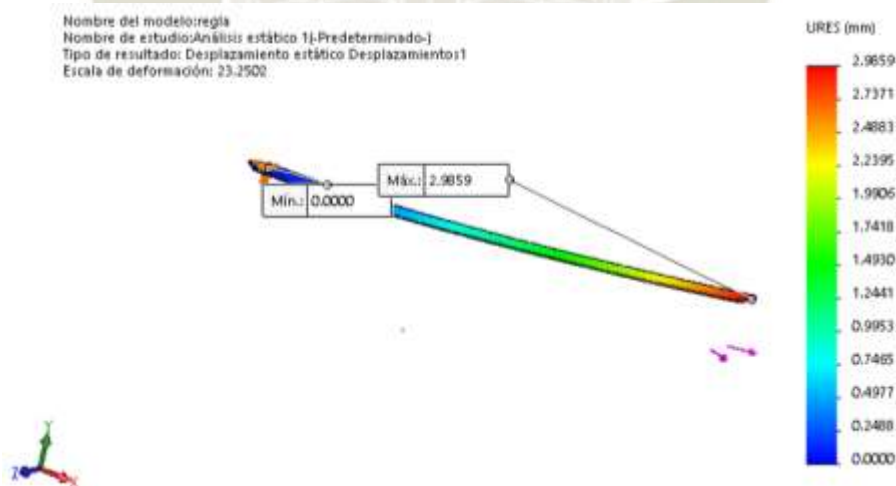
**Figura 64 :** *Análisis Estático de la Regla T Enrollable y Acoplable.*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N°64 se muestra que el punto fijo (orificio), se concentra el mayor esfuerzo (rojo) y la parte azul es donde la regla no sufre daños, es decir una resistencia máximo de 9.24 MPA y una mínima de 0.03 MPA.

**Figura 65:** *Análisis Estático de la Regla T Enrollable y Acoplable.*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 65 se muestra el desplazamiento máximo del cuerpo de la regla el cual es de 3 mm, lo que indica que no perderá la exactitud de las mediciones, ni deformaciones

### 3.3 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MATERIA PRIMA

Estimaremos el costo de la materia prima, para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable.

**Tabla 23:** *Cantidad Requerida de Materia Prima para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable*

Material	Cantidad
Metal Flexible	0.7 m
Silicona	0.056 m <sup>2</sup>
Pegamento	4 gr
PLA Negro (Cabecera)	76 gr
PLA Negro (Tornillo)	8 gr

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24:** *Estimación de Costos de Materia Prima para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable*

Material	Precio	Cantidad	Cantidad Requerida	Precio Unitario	Precio Requerido
Metal Flexible	S/.38.80	30 m	0.7 m	S/.1.29	S/.0.90
Silicona	S/.121.47	50 m <sup>2</sup>	0.056 m <sup>2</sup>	S/.2.43	S/.0.14
Pegamento	S/.3.90	40 gr	4 gr	S/.0.10	S/.0.39
PLA Negro (Cabecera)	S/.50.00	1000 gr	76 gr	S/.0.05	S/.3.80
PLA Negro (Perno)	S/.50.00	1000gr	8 gr	S/.0.05	S/.0.40
					<b>S/.5.63</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario : En la Tabla N° 24 se muestra una estimación de costos de la materia prima para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable , el cual es de 5.63 soles , estos datos junto con nuestros planos nos ayudaran a saber cuál es la cantidad y costo aproximado

## 4 CONSTRUCCION DE PROTOTIPOS

### 4.1 DEFINIR PROPOSITO DE PROTOTIPO

Definimos Prototipo como “Una aproximación al producto en una o más dimensiones de interés” (Ulrich y Eppinger, 2009, p. 277)

Sabiendo el concepto de prototipo, podremos mencionar que el primer objetivo de desarrollar dos tipos de prototipos: físicos y analítico de la Regla T enrollable y Acoplable, es poder responder a las siguientes interrogantes:

- Si es que cumple su funcionabilidad.
- Que tan bien satisface las necesidades del cliente.

Además, es importante tener la seguridad de que los componentes de este producto tengan una funcionabilidad optima, es decir que funcionen como se espera para la comodidad del usuario.

### 4.2 NIVEL DE APROXIMACIÓN

Para la elaboración de nuestro prototipo físico, usamos una escala de 1 a 3. como un producto de muestra de fácil manipulación.

Para la elaboración de nuestro prototipo analítico, se usó el software SOLIDWORKS a una escala se usó la escala 1 a 1.

### 4.3 TECNOLOGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS

#### 4.3.1 ELABORACIÓN DE PROTOTIPO ANALÍTICO

##### - *SOLIDWORKS*:

Se escogió este software para modelar las piezas y el ensamblaje de la regla T debido a que este software ofrece la posibilidad de crear, simular y fabricar un producto además de que ofrece también innumerables soluciones para cubrir los aspectos los cuales están implicados en el proceso de desarrollo del producto

### 4.3.2 ELABORACIÓN DE PROTOTIPO FÍSICO

#### - *Diseño de Piezas:*

##### *Autodesk Inventor:*

Tanto para el diseño de la cabecera, cuerpo y elemento de unión (perno) se utilizó este Software. Se escogió este software ya que nos proporciona herramientas profesionales y específicas para el diseño de piezas de una manera rápida y sencilla, pudiendo ver prototipos visuales en 3D.

#### - *Cabecera y Elemento de Unión:*

##### *Impresión 3D:*

Tanto para la cabecera como para el elemento de Unión, usaremos una impresora 3D, debido a que el costo de producción y materia prima es menor en comparación a las fabricaciones tradicionales, el proceso es más fácil y no tendremos limitaciones en cuanto al diseño de las piezas.

Otro punto muy importante es que la cantidad de residuos disminuye notablemente en comparación a una fabricación tradicional, incluso podríamos decir que usando la impresión 3D no genera residuos.

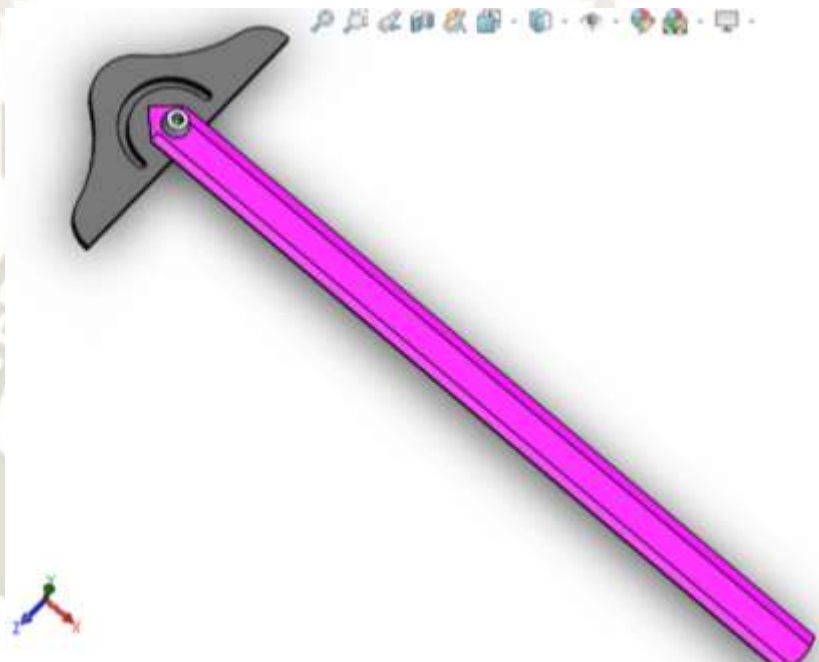
**Figura 66:** *Impresora Anycubic Chiron*



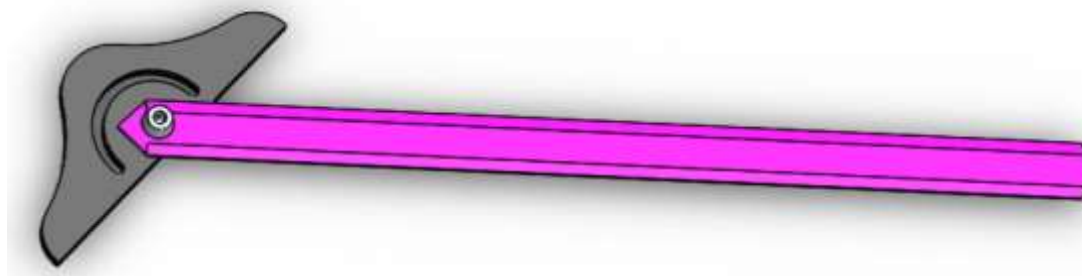
Fuente: <https://es.aliexpress.com/i/4001197820724.html>

**-Cuerpo:**

Debido a la tecnología necesaria, materia prima y maquinaria es que se decidió tercerizar el proceso de la impresión del sistema Métrico en el cuerpo de la Regla T enrollable y acoplable.

**4.4 RESULTADOS****4.4.1 PROTOTIPO ANALÍTICO****Figura 67 : Vista N°1 , Prototipo Analítico**

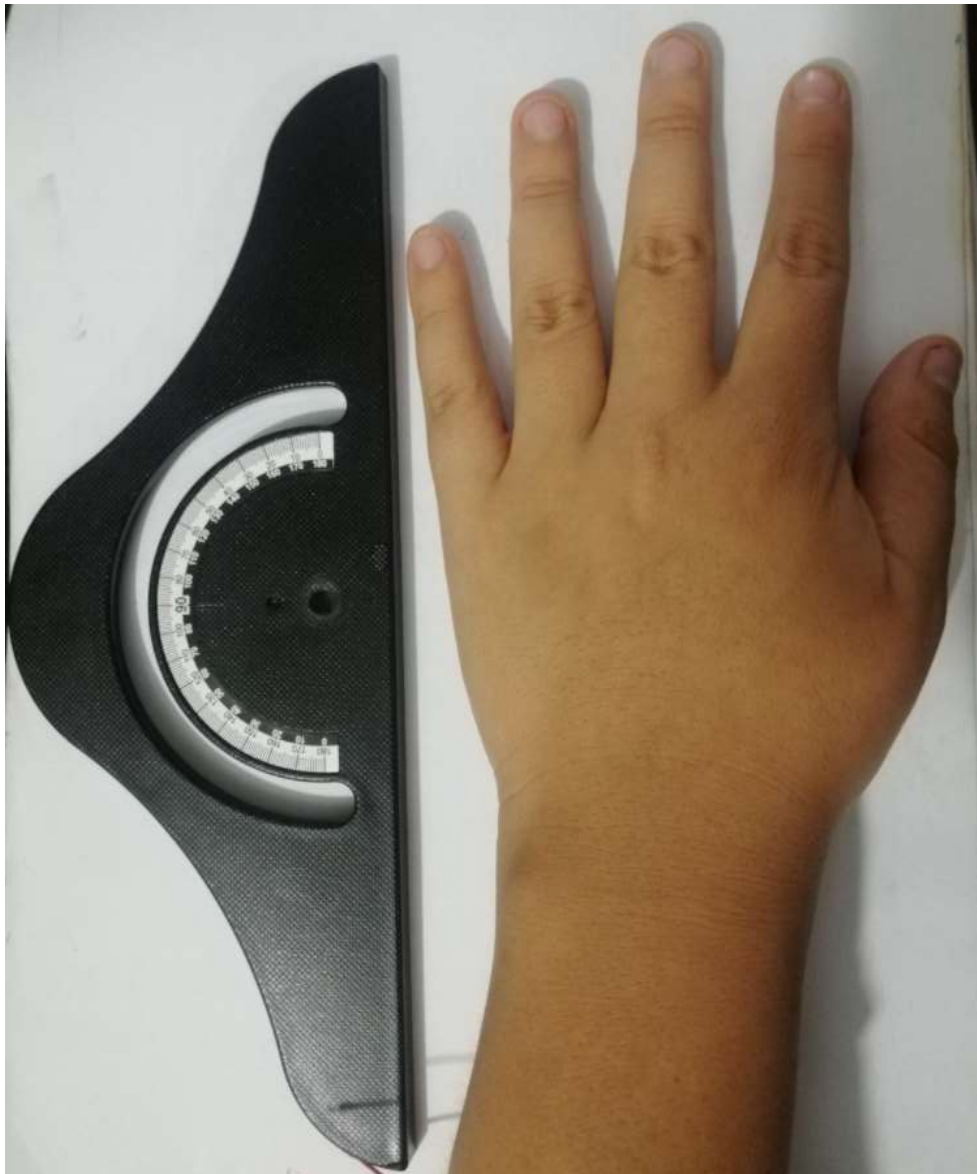
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 68: Vista N°2 , Prototipo Analítico**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.2 PROTOTIPO FÍSICO

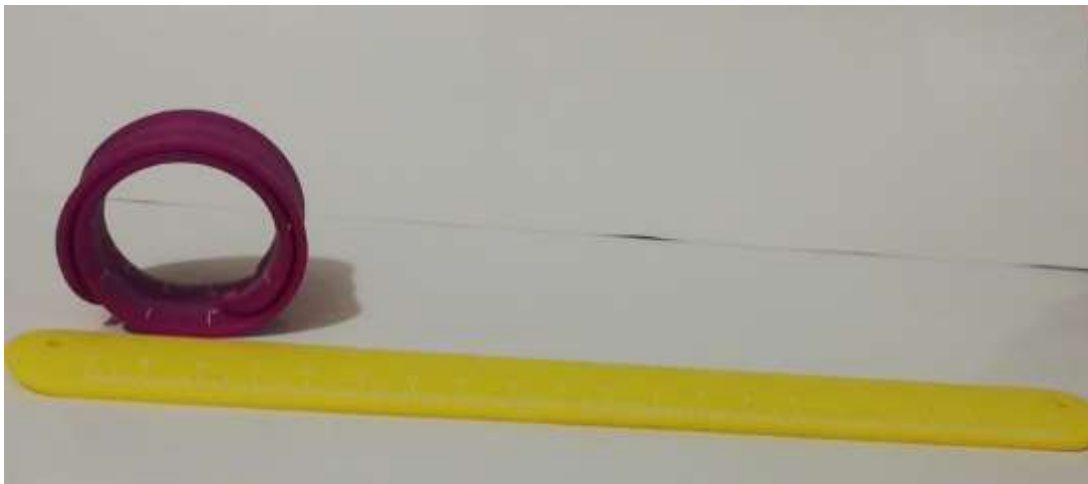
**Figura 69 :** *Prototipo de Cabecera*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 69 se muestra La cabecera en escala 1 en 1 la cual su tamaño se puede comparada con una mano de tamaño promedio.

**Figura 70:** *Prototipo de Cuerpo*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 70 se muestra el prototipo del cuerpo de la Regla T enrollable y Acoplable el cual al momento de enrollarse disminuye su tamaño aproximadamente 4 veces.

**Figura 71:** *Prototipo de la Regla T Enrollable y Acoplable*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N°71 se muestra el prototipo de la regla T enrollable y Acoplable el cual está compuesto por un cuerpo, por una cabecera y elemento de unión.

#### 4.5 ESPECIFICACIONES FINALES

Después de la elaboración de planos, proceso de manufactura y análisis del prototipo analítico y físico, se pudo elaborar las especificaciones finales las cuales se detallan a continuación:

**Tabla 25** :Especificaciones técnicas finales de la de la Regla T Enrollable y Acoplable.

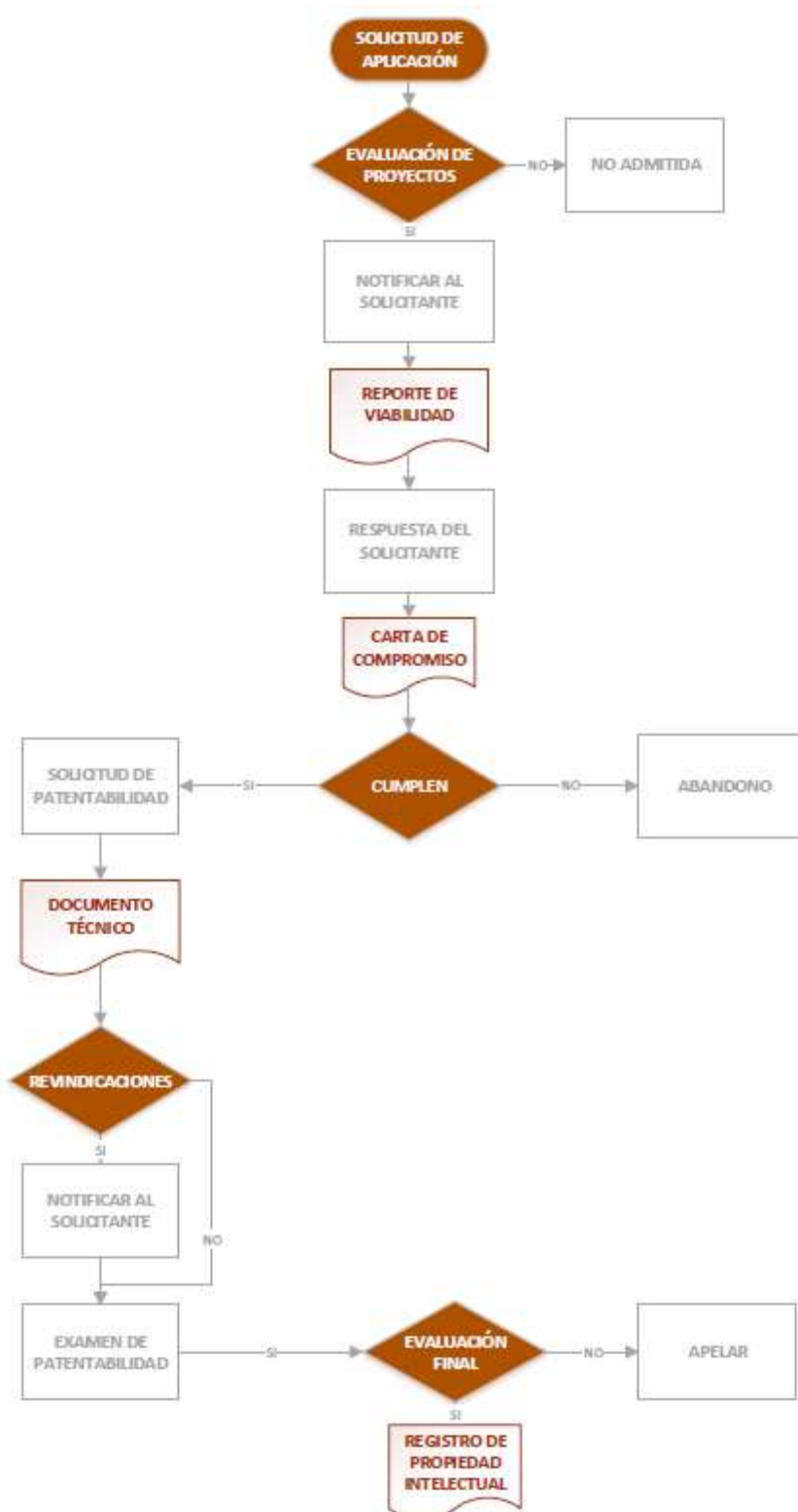
Nº DE NECESIDAD	MÉTRICA	IMP	UNIDAD	REGLA T PROPUESTA	REGLA T PLASTICO	REGLA T DE MADERA	REGLA T DE ALUMINIO
1	Peso del producto	5	kg	0.3	0.42	0.6	0.2
1,2	Tamaño de la cabecera	5	cm.	23.8	30	32	25.8
1,2	Longitud de la regla	5	cm.	60	60	75	60
1,2	Dimenciones del estuche	5	m³	0.0016	NO PRESENTA	NO PRESENTA	NO PRESENTA
3	Resistente a caídas	4	Subj	4	2	3	3
5,6	Destreza para usar el producto	3	Subj	3	5	3	3
4	Precio en el Mercado	3	S/.	17	20	25	18
2, 5	Producto Novedoso	4	Subj	4	2	1	2

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la Tabla N° 25 se indica las especificaciones finales de la Regla T enrollable y Acoplable las cuales lograron cumplir las especificaciones objetivo y superar las especificaciones de las Reglas T convencionales.

## 5 PATENTES Y PROPIEDAD INTELECTUAL

Figura 72: Procedimiento para registrar una Patente en Perú.



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario : En la figura N° 72 se muestra mediante un Diagrama de Flujo el procedimiento de registrar una patente en Perú.

- Como primer paso se muestra la presentación de la Solicitud de Patente, la cual es analizada por el programa Patenta, el cual realizará el análisis de patentabilidad como se muestra más detalladamente en el Anexo N°15 (análisis de patentabilidad de la regla T enrollable y Acoplable). Dicho análisis indica la admisión o no al programa.
- Una vez admitidos al programa se debe mandar una carta de compromiso del solicitante con el programa, la cual consiste en notificar que se hará uso correcto del soporte que brindará el programa hacia el solicitante, además de presentar todos los documentos posteriores para el proceso a tiempo.
- Una vez terminada la parte de admisión, se procede a la elaboración y presentación del Documento técnico, el cual consiste en un texto el que delimita el alcance del modelo a utilidad que se busca proteger.

Este documento presenta:

- Descripción
- Reivindicaciones
- Resumen
- Dibujos

En general se recomienda elaborar el documento técnico con ayuda legal y especializada en tema de patentes, ya que cada detalle descrito en dicho documento, puede definir una eventual contienda por infracción, ampliar o reducir las posibilidades tanto de licencias como ventas a un potencial interesado.

Como ya se había mencionado anteriormente, el gran beneficio de programa patenta es el soporte gratuito hacia el inventor, tanto legalmente como para la refacción oficial del documento técnico.

- Ya presentado el Documento Técnico, se debe esperar a la evaluación de este por el programa (aproximadamente 1 año), el cual nos notifica si después la evaluación nuestro documento tiene observaciones es decir tiene que ser mejorado o corregido.

- En el caso de que el documento técnico tenga observaciones, estas tienen que ser corregidas y levantadas en el menor tiempo posible (aproximadamente 1 mes).
- Corregidas ya las observaciones, se procede a mandar el documento técnico final, el cual será evaluado por última vez por el programa, dicha evaluación tiene un tiempo aproximado de 3 meses.
- Luego de la evaluación final, se nos notificara mediante la resolución de Registro de Propiedad Intelectual si nuestra solicitud de Patente a sido aceptada o denegada.
- En el caso de que la solicitud haya sido denegada se puede apelar en las oficinas de Indecopi.



## 6 PRODUCTO FINAL

### 6.1 MARCA

Lo que se quiere buscar con nuestra marca es que sea fácil de pronunciar, fácil de recordar y que su nombre y logo capte la atención del público.

Buscábamos una marca que identifique el propósito de nuestro producto y hacia qué mercado apuntábamos, a la vez que nos represente.

Para este proyecto el nombre de la marca estará será **T-Flex**

### 6.2 LOGOTIPO

Se elaboró un diseño de tipo isologo, donde se buscó identificar fácilmente a que se refiere el producto. Como imagen optamos por una Regla T flexible siendo este producto estrella.

**Figura 73:** *Logotipo T-flex*



Fuente: Elaboración Propia

### 6.3 ENVASE

Para la elección del envase se tomó en cuenta el costo bajo, gran rigidez, resistencia al desgaste, portabilidad de reutilizarse, y que sea amigable con el medio ambiente, por el cual se optó por la elección de un estuche de cartón para la entrega de nuestro producto T- flex , teniendo en cuenta las dimensiones del producto. Esta misma evitara daños en el producto durante el transporte y distribución.

Se optará por una caja de las siguientes medidas para el contenido de 1 unidad con su respectiva etiqueta.

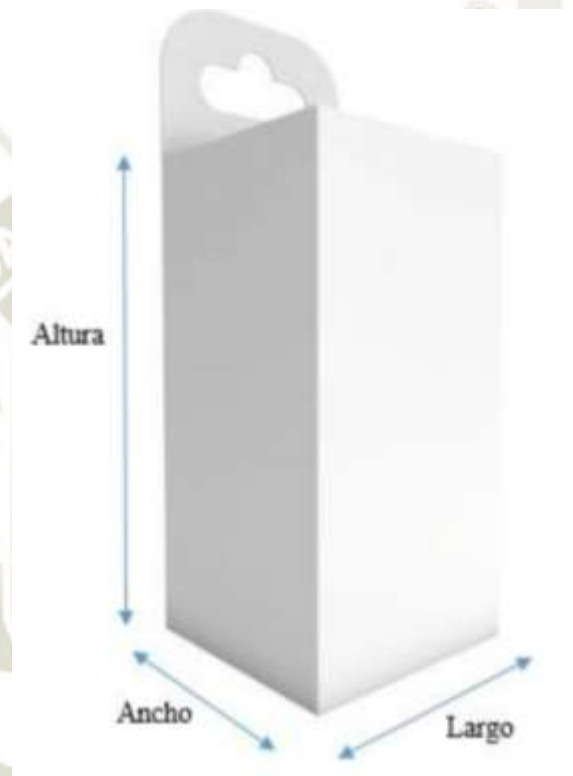
Dimensiones:

-Altura: 26 cm

-Largo: 15 cm

-Ancho: 5cm

**Figura 74 : Envase T-flex**



Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4 ETIQUETA

Para la elaboración de la etiqueta, debemos tener en cuenta el logotipo que hemos elaborado, considerando que la etiqueta es el rotulo que es añadido en alguna parte del producto, con el objetivo de poder indicar o mencionar la marca, precio entre otra información importante.

La etiqueta tiene que poseer los elementos necesarios para poder informar lo más que se pueda al consumidor , además de darle una identidad al producto

Figura 75: Etiqueta T-flex

**T-FLEX**  
REGLA "T" FLEXIBLE

**Regla T FLEXIBLE**

CABECERA CON MEDIDAS

DISEÑO PORTATIL

**Contenido:**  
1 regla "T" enrollable y acoplable.

Importado por **Industrias DAJO SAC.** parque industrial.  
Producto hecho en Perú.

**Contacto:**  
Telf: 942 340 635  
Email: dajo@gmail.com

De peso liviano

Didactico

Fácil de armar

Resistente

Fácil de limpiar

**ATENCIÓN:**  
MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS

Fuente: Elaboración Propia

## 6.5 PRESENTACIÓN FINAL

Figura 76 : *Presentación Final T-flex*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la figura N° 76 se muestra la presentación final que tendrá nuestra Regla T enrollable y acoplable, la cual tendrá como envase una caja en la cual estará nuestra marca




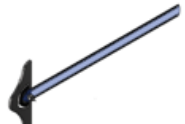
**T-Flex.**

## 7 ANALISIS DE COSTOS

### 7.1 OPERACIONES TECNOLOGICAS Y TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

A continuación, se detallan las operaciones necesarias para la elaboración de nuestro proyecto. En esta tabla se describe la construcción de los componentes de nuestra Regla T enrollable y Acoplable, así también describimos los tiempos de operación, sin embargo, aquí no se colocaron los tiempos muertos que por los que ocasionan las demoras en el proceso productivo.

**Figura 77 :** *Tiempos estimados para la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable*

REGLA T ENROLLABLE Y ACOPLABLE				
Elemento	Imagen referencial	N°	Operación tecnológica	Tiempo (min)
CABECERA		1	Verificar Medidas	2
		2	Imprimir	15
		3	Pegado de Stikers	3
		<b>TOTAL</b>		
CUERPO		<b>SILICONA</b>		
		1	Medir y verificar medidas	5
		2	Cortar	2
		<b>METAL FLEXIBLE</b>		
		1	Medir y verificar medidas	5
		2	Cortar	2
		3	Recubrimiento de Silicona	5
<b>TOTAL</b>			<b>19</b>	
PERNO		1	Verificar Medidas	2
		2	Imprimir	5
		<b>TOTAL</b>		
REGLA T ENROLLABLE Y ACOPLABLE		1	Ensamble	2
		2	Inspección	2
		3	Empaquetado	3
<b>TOTAL DE TIEMPO DE EMSAMBLAJE (Min)</b>				<b>53</b>

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la Figura N°77 podemos observar el tiempo total de la elaboración de la Regla T enrollable y acoplable, el cual consta de 53 minutos.

Cabe mencionar que el proceso de la impresión de la Cabecera y el Perno consta de 20 minutos, en los cuales se puede elaborar los otros procesos en simultaneo.

Con esta acotación podemos decir que el tiempo aproximado de la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable es de 30 minutos.

## 7.2 COSTO DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

### 7.2.1 COSTOS FIJOS Y VARIABLES

Para la elaboración de nuestro costeo individual de la Regla T enrollable y Acoplable primero seleccionaremos los costos fijos y variables como se detalla en los siguientes cuadros.

**Tabla 26 :** *Costos Fijos de la Regla T enrollable y acoplable.*

<b>COSTOS FIJOS</b>			
<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>Alquiler y Transporte</b>	1	S/.500.00	S/.500.00
<b>Agua</b>	1	S/.20.00	S/.20.00
<b>Internet</b>	1	S/.50.00	S/.50.00
<b>Luz</b>	1	S/.50.00	S/.50.00
<b>Administrador</b>	1	S/.1,200.00	S/.1,200.00
<b>Alquiler Impresora 3D</b>	3	S/.150.00	S/.450.00
			<b>S/.2,270.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 26 se muestra el costo fijo para el periodo de un mes de la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable el cual es de 2270 soles.

**Tabla 27 :** *Costos Variables Unitario de la Regla T enrollable y acoplable*

<b>COSTOS VARIABLE UNITARIO</b>			
<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>Metal Flexible</b>	0.7	S/.1.29	S/.0.90
<b>Silicona</b>	0.056	S/.2.43	S/.0.14
<b>Pegamento</b>	4	S/.0.10	S/.0.40
<b>Serigrafiado</b>	1	S/.1.20	S/.1.20
<b>Filamento Pla (Cabecera)</b>	76	S/.0.05	S/.3.80
<b>Stickers</b>	1	S/.0.10	S/.0.10
<b>Filamento Pla(Tornillo)</b>	8	S/.0.05	S/.0.40
<b>Caja</b>	1	S/.1.00	S/.1.00
<b>Etiqueta</b>	1	S/.0.30	S/.0.30
<b>Operario</b>	1	S/.2.42	S/.2.42
			<b>S/.10.66</b>

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 27 se muestra el costo variable unitario de la elaboración de la Regla T enrollable y Acoplable el cual es de 10.66 soles, se está considerando al operario como costo variable ya que se le pagara por unidad producida.

**Tabla 28:** *Capacidad de Producción*

<b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN</b>		
<b>Tiempo Estándar por Regla</b>	0.5	Hr
<b>Cantidad de Operarios</b>	3	Operarios
<b>Capacidad de Producción por Operario</b>	2	Reglas / Hora
<b>Capacidad Total de Producción por Hora</b>	6	Reglas / Hora
<b>Capacidad Total de Producción por Día</b>	48	Reglas / Día
<b>Capacidad Total de Producción al Mes ( Considerando 24 Días laborables)</b>	1152	Reglas/Mes

Fuente: Elaboración Propia

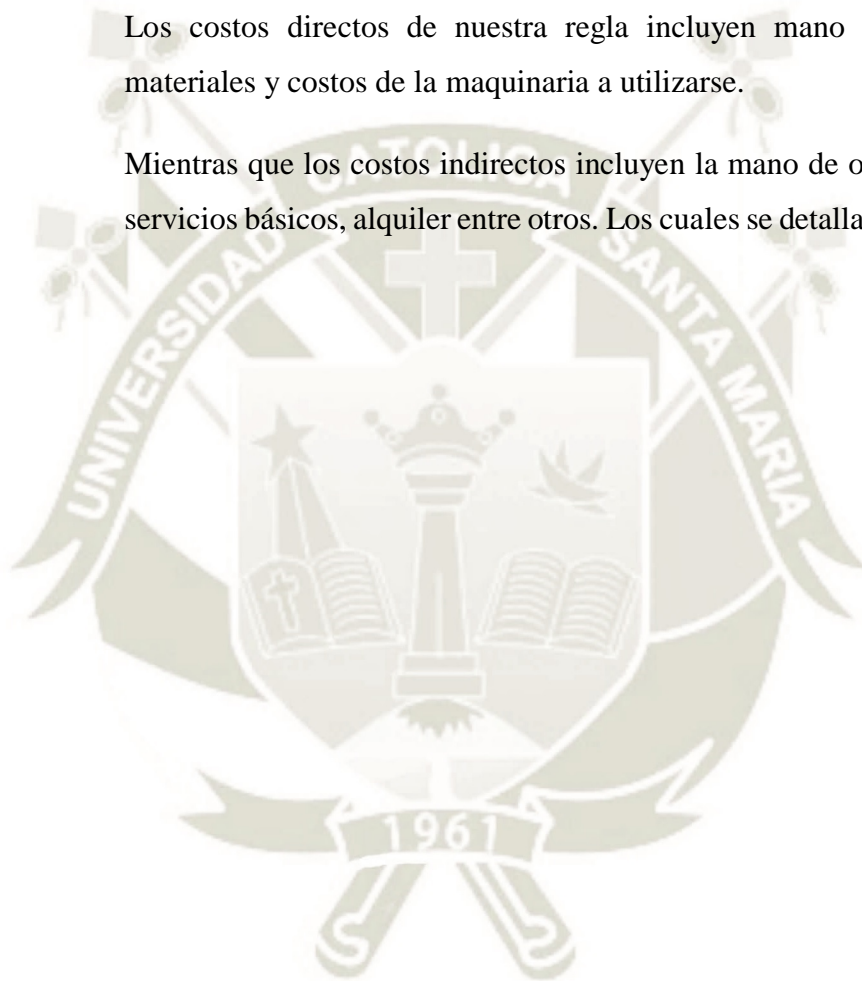
Comentario : En la Tabla N° 28 se muestra la capacidad de producción de la Regla T enrollable y Acoplable, para ello se está considerando 3 operarios los cuales trabajaran 24 días al mes, se debe recalcar que se alquilara 3 impresoras 3 D para la producción.

### **7.2.2 COSTO DIRECTOS Y INDIRECTOS POR UNIDAD**

Una vez descritos detalladamente los costos fijos y variables se proceden a calcular el costo individual total de la Regla T Enrollable y Acoplable.

Los costos directos de nuestra regla incluyen mano de obra directa, materiales y costos de la maquinaria a utilizarse.

Mientras que los costos indirectos incluyen la mano de obra indirecta, los servicios básicos, alquiler entre otros. Los cuales se detallan a continuación:



**Tabla 29:** Costo Individual Total de la Regla T Enrollable y Acoplable.

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL PARCIAL	TOTAL GENERAL
<b>A</b>	<b>COSTO DIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>					
<b>1</b>	<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>					<b>2.422</b>
1.1	Operador 1	Hora-Hombre	1	2.421875	2.421875	
<b>2</b>	<b>MATERIALES</b>					<b>8.239</b>
<b>2.1</b>	<b>CUERPO</b>					<b>2.639</b>
2,1,1	Metal Flexible	Metro	0.7	1.29	0.90	
2,1,2	Silicona	m2	0.056	2.42	0.14	
2,1,3	Pegamento	Gr	4	0.10	0.40	
2,1,4	Serigrafiado	Unidad	1	1.20	1.20	
<b>2.2</b>	<b>CABECERA</b>					<b>3.900</b>
2,2,1	Filamento Pla	Gr	76	0.05	3.80	
2,2,2	Stickers	Unidad	1	0.10	0.10	
<b>2.3</b>	<b>PERNO</b>					<b>0.400</b>
2,3,1	Filamento Pla	Gr	8	0.05	0.40	
<b>2.4</b>	<b>ESTUCHE</b>					<b>1.300</b>
2,4,1	Caja	Unidad	1	1.00	1.00	
2,4,2	Etiqueta	Unidad	1	0.30	0.30	
<b>3</b>	<b>COSTOS DE MAQUINADO</b>					<b>0.258</b>
3.1	Alquiler por hora de Impresora 3D	Hora-Hombre	0.33	0.78	0.26	
<b>B</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS DE MANO DE OBRA</b>					<b>1.042</b>
1	Administrador	Hora-Hombre	0.17	6.25	1.04	
<b>C</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</b>					<b>0.556</b>
1	Servicios Basicos	Unidad	1	0.21	0.21	
2	Alquiler de Local y Transporte	Unidad	1	0.35	0.35	
<b>COSTOS TOTALES DE LA COSNTRUCCION DEL PROYECTO</b>						<b>12.515</b>

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N °29 se indica el costo individual total para la elaboración de una Regla T enrollable y Acoplable, siendo 12.515 soles.

### 7.2.3 PRECIO DEL PRODUCTO

La propuesta que se tuvo desde un inicio del proyecto y se corroboró con la medición de la respuesta del cliente mediante encuestas es la que se referenció en la pregunta 7, la cual indicó que el 57,1 % de nuestra muestra estaba dispuesta a pagar entre 15 a 20 soles.

Es por esa razón que se determinó el precio de venta de 17 soles, el cual nos da un margen de Ganancia del 35 %.

**Tabla 30:** *Precio de venta de la Regla T Enrollable y Acoplable*

PRECIO DEL PRODUCTO	
ITEM	COSTOS
<b>Costo Unitario Total</b>	S/.12.52
<b>Margen de Ganancia</b>	35%
<b>Precio de Venta</b>	<b>S/.17.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 7.3 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es el nivel de actividad a la cual la empresa tiene que llegar, para poder cubrir todos los costos, tanto fijos como variables es decir nos ayuda a saber la cantidad mínima de reglas se tiene que vender para que el a partir de esa cantidad se pueda generar utilidades netas.

Para el cálculo del Punto de Equilibrio la fórmula es la siguiente:

**Donde:**

$$P.E = \frac{CF}{P - CV}$$

CF: Costos Fijos

P: Precio Unitario

CV: Costos Variables Unitarios

Los respectivos valores fueron:

**CF: 2270**

**P: 17**

**CV: 10.66**

Aplicando la fórmula del punto de equilibrio se obtiene como resultado producir 358 reglas.

Este resultado indica la cantidad necesaria de reglas para que no se genere perdidas, es decir si la cantidad de ventas es menor a 358 reglas se generara perdidas, pero si se producimos por encima de 358 reglas será generara ganancia o utilidad.

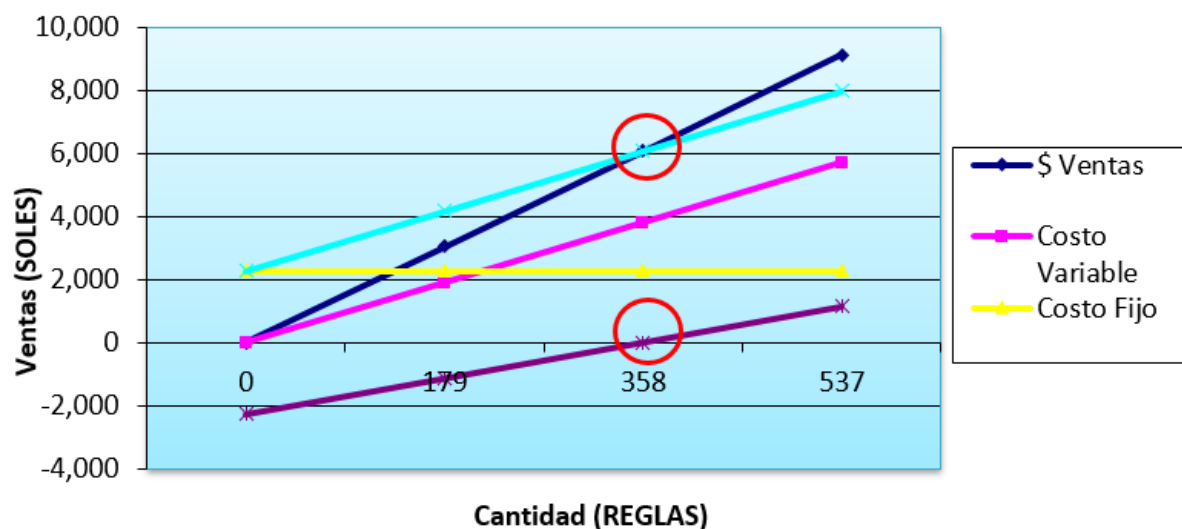
**Tabla 31 : Variación de Cantidades Punto de Equilibrio.**

UNIDADES	C.F (S/.)	C.V (S/.)	COSTO TOTAL(S/.)	INGRESO TOTAL (S/.)	UTILIDAD (S/.)
5	2270	53.265	2323.265	85	-2238.3
20	2270	213.06	2483.06	340	-2143.1
40	2270	426.12	2696.12	680	-2016.1
60	2270	639.18	2909.18	1020	-1889.2
80	2270	852.24	3122.24	1360	-1762.2
100	2270	1065.3	3335.3	1700	-1635.3
120	2270	1278.36	3548.36	2040	-1508.4
140	2270	1491.42	3761.42	2380	-1381.4
160	2270	1704.48	3974.48	2720	-1254.5
180	2270	1917.54	4187.54	3060	-1127.5
200	2270	2130.6	4400.6	3400	-1000.6
220	2270	2343.66	4613.66	3740	-873.7
240	2270	2556.72	4826.72	4080	-746.7
260	2270	2769.78	5039.78	4420	-619.8
280	2270	2982.84	5252.84	4760	-492.8
300	2270	3195.9	5465.9	5100	-365.9
320	2270	3408.96	5678.96	5440	-239.0
340	2270	3622.02	5892.02	5780	-112.0
355	2270	3781.815	6051.815	6035	-16.8
356	2270	3792.468	6062.468	6052	-10.5
357	2270	3803.121	6073.121	6069	-4.1
<b>358</b>	<b>2270</b>	<b>3813.774</b>	<b>6083.774</b>	<b>6086</b>	<b>2.2</b>
359	2270	3824.427	6094.427	6103	8.6
360	2270	3835.08	6105.08	6120	14.9
380	2270	4048.14	6318.14	6460	141.9
400	2270	4261.2	6531.2	6800	268.8
420	2270	4474.26	6744.26	7140	395.7
440	2270	4687.32	6957.32	7480	522.7
460	2270	4900.38	7170.38	7820	649.6
480	2270	5113.44	7383.44	8160	776.6
500	2270	5326.5	7596.5	8500	903.5
520	2270	5539.56	7809.56	8840	1030.4
540	2270	5752.62	8022.62	9180	1157.4
560	2270	5965.68	8235.68	9520	1284.3
580	2270	6178.74	8448.74	9860	1411.3
600	2270	6391.8	8661.8	10200	1538.2

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 31 se muestra la variación de cantidad para el Punto de Equilibrio el cual indica que la cantidad mínima para obtener utilidades es de 358 reglas, en este caso la utilidad es de 2.2 soles, también se indica que si tenemos una cantidad de 357 reglas se genera una pérdida de 4.1 soles.

**Figura 78 :** Grafica del Punto de Equilibrio.



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la Figura N°78 se muestra el punto de Equilibrio tanto en unidades como en soles.

## 7.4 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

### 7.4.1 ANÁLISIS DE DATA DEL PROCESO DE ADMISIÓN DE INGRESANTES DE INGENIERÍA DE LAS UNIVERSIDADES DE AREQUIPA

Para el proceso se presentará la siguiente información:

Se considerará la cantidad de ingresantes en la Región de Arequipa de las universidades Licenciadas Privadas y Nacionales:

- Universidad Católica Santa María
- Universidad Católica San Pablo
- Universidad Tecnológica del Perú
- Universidad Continental
- Universidad Nacional de San Agustín
- Universidad San Martín de Porres

Solo se consideró los años del 2017 al 2020 debido a la falta de información en años anteriores.

Toda esta información fue brindada por el Ministerio de Educación, como se detalla en el Anexo N° 16, 17.

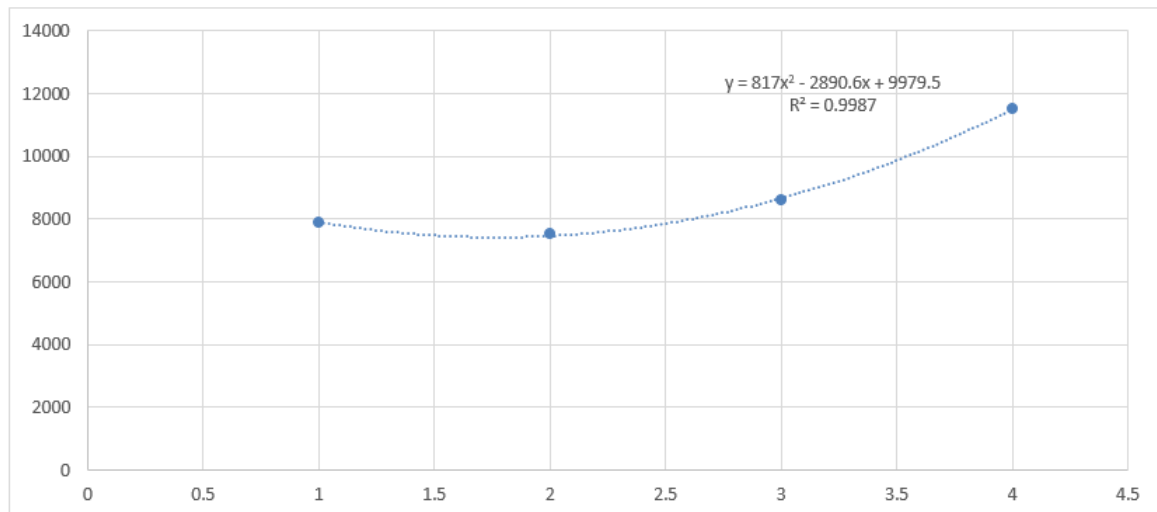
**Tabla 32 :** *Cantidad de Ingresantes de Ingeniería de las Universidades de Arequipa.*

UNIVERSIDAD	2017	2018	2019	2020
Universidad Nacional de San Agustín	1470	1350	1366	1329
Universidad Católica de San Pablo	1049	1050	1077	1283
Universidad Católica de Santa María	1802	1579	1849	1954
Universidad Tecnológica del Peru	2063	2108	2514	2896
Universidad San Martín de Torres	0	235	141	1353
Universidad Continental	1497	1219	1639	2699
<b>TOTAL</b>	<b>7881</b>	<b>7541</b>	<b>8586</b>	<b>11514</b>

Fuente: Elaboración Propia

Para la elaboración de los escenarios, se utilizará los datos de ingresantes del 2017 al 2020 donde se le aplicará una línea de regresión polinómica de segundo orden la cual nos dará una ecuación de gráfico.

**Figura 79 :** *Años vs Cantidad de Ingresantes.*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario : La figura N° 79 nos muestra la ecuación generada de línea de tendencia polinómica:

$$y = 817x^2 - 2890.6x + 9979.5$$

Además de ello nos muestra un R2. (porcentaje de variación de la variable de respuesta que explica la relación con una de las variables predictores) el cual es de 0.9987

Con esta ecuación se procederá a realizar las proyecciones hasta el 2024 donde X es el número de años, generando un porcentaje de error en la comparación de años experimentales con los teóricos de 0.01%, se consideró solo los datos de estos años debido que son los que mostraron del portal de transparencia de las universidades.

**Tabla 33:** *Proyección de Años basados en la ecuación generada de línea de tendencia polinómica.*

X	Año	Alumnos Experimental	Alumnos Teórico	% Error
1	2017	7881	7905.9	0.31%
2	2018	7541	7466.3	1.00%
3	2019	8586	8660.7	0.86%
4	2020	11514	11489.1	-
5	2021	-	<b>15951.5</b>	-
6	2022	-	<b>22047.9</b>	-
7	2023	-	<b>29778.3</b>	-
8	2024	-	<b>39142.7</b>	-

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 33 se muestra las proyecciones hasta el año 2024, estos datos serán utilizados en los 3 diferentes escenarios que se detallarán posteriormente.

#### 7.4.2 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Se evidenciará tres escenarios donde la demanda se modificará, esto dando lugar a diferentes resultados.

Para este análisis se considerará el porcentaje de aceptación de nuestro producto reflejado en la pregunta N° 5 de la encuesta de prueba de concepto la cual se ve reflejado en la siguiente tabla:

**Tabla 34 :** *Porcentaje de aceptación del producto*

INTERES DE COMPRA	CANTIDAD	FRECUENCIA
DEFINITIVAMENTE COMPRARIA	166	44.50
PROBABLEMENTE COMPRARIA	178	47.72
PODRIA O NO COMPRAR	23	6.17
PROBABLEMENTE NO COMPRARIA	4	1.07
DEFINITIVAMENTE NO COMPRARIA	2	0.54

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N°34 se indica que el 44.5 % de nuestra muestra definitivamente compraría la regla T enrollable y acoplable, este porcentaje será utilizado para hallar la demanda de los ingresantes de ingeniería.

En los 3 escenarios se considerará los mismos costos variables y fijos para la Regla T Enrollable y Acoplable.

**Tabla 35 : Demanda para el Análisis de Escenarios**

<b>X</b>	<b>Año</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% de Aceptación</b>	<b>Escenario Real</b>	<b>Escenario Optimo</b>	<b>Escenario Pésimo</b>
1	2017	Alumnos	7881	44.50%	3507	4208	2806
2	2018	Alumnos	7541	44.50%	3356	4027	2685
3	2019	Alumnos	8586	44.50%	3821	4585	3057
4	2020	Alumnos	11514	44.50%	5124	6149	4099
5	2021	Alumnos	15952	44.50%	7098	8518	5678
6	2022	Alumnos	22048	44.50%	9811	11773	7849
7	2023	Alumnos	29778	44.50%	13251	15901	10601
8	2024	Alumnos	39143	44.50%	17419	20903	13935

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 35 se muestra la demanda del escenario “real” (la demanda real 100%) el escenario “optimo” (120 % de la demanda real) y el escenario “pésimo” (80 % de la demanda real).

- **ESCENARIO REAL**

En este escenario se está tomando la demanda real (44.5%) de los ingresantes de ingeniería de los diferentes años.

**Tabla 36 : Escenario Real**

<b>AÑO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>		<b>VENTAS</b>		<b>GANANCIA</b>		<b>MARGEN DE GANANCIA</b>
2017	ALUMNOS	3507	S/.	39,630.07	S/.	59,619	S/.	19,989	<b>33.53%</b>
2018	ALUMNOS	3356	S/.	38,021.47	S/.	57,052	S/.	19,031	<b>33.36%</b>
2019	ALUMNOS	3821	S/.	42,975.11	S/.	64,957	S/.	21,982	<b>33.84%</b>
2020	ALUMNOS	5124	S/.	56,855.97	S/.	87,108	S/.	30,252	<b>34.73%</b>
2021	ALUMNOS	7098	S/.	77,884.99	S/.	120,666	S/.	42,781	<b>35.45%</b>
2022	ALUMNOS	9811	S/.	106,786.58	S/.	166,787	S/.	60,000	<b>35.97%</b>
2023	ALUMNOS	13251	S/.	143,432.90	S/.	225,267	S/.	81,834	<b>36.33%</b>
2024	ALUMNOS	17419	S/.	187,834.61	S/.	296,123	S/.	108,288	<b>36.57%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 36 se indica que, para un escenario real, en el 2024 se tendrá una utilidad neta de 108 288 soles que representa un margen de ganancia de 36.57%.

- **ESCENARIO OPTIMO**

En este escenario, aumentamos la demanda un 20% lo cual generara nuevas cantidades ventas y por ende nuevos márgenes de ganancia.

**Tabla 37 : Escenario Optimo.**

<b>AÑO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>		<b>VENTAS</b>		<b>GANANCIA</b>	<b>MARGEN DE GANANCIA</b>	
2017	ALUMNOS	4208	S/.	47,097.82	S/.	71,536	S/.	24,438	<b>34.16%</b>
2018	ALUMNOS	4027	S/.	45,169.63	S/.	68,459	S/.	23,289	<b>34.02%</b>
2019	ALUMNOS	4585	S/.	51,114.01	S/.	77,945	S/.	26,831	<b>34.42%</b>
2020	ALUMNOS	6149	S/.	67,775.30	S/.	104,533	S/.	36,758	<b>35.16%</b>
2021	ALUMNOS	8518	S/.	93,012.25	S/.	144,806	S/.	51,794	<b>35.77%</b>
2022	ALUMNOS	11773	S/.	127,687.77	S/.	200,141	S/.	72,453	<b>36.20%</b>
2023	ALUMNOS	15901	S/.	171,663.35	S/.	270,317	S/.	98,654	<b>36.50%</b>
2024	ALUMNOS	20903	S/.	224,949.66	S/.	355,351	S/.	130,401	<b>36.70%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 37 se indica que, para un escenario optimo, en el 2024 se tendrá una utilidad neta de 130 401 soles que representa un margen de ganancia de 36.7 %

- **ESCENARIO PÉSIMO**

En este escenario, disminuirémos la demanda un 20% lo cual generara nuevas cantidades de ventas y por ende nuevos márgenes de ganancia.

**Tabla 38 :** *Escenario Pésimo*

<b>AÑO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>		<b>VENTAS</b>	<b>GANANCIA</b>		<b>MARGEN DE GANANCIA</b>	
2017	ALUMNOS	2806	S/.	32,162.32	S/.	47,702	S/.	15,540	<b>32.58%</b>
2018	ALUMNOS	2685	S/.	30,873.31	S/.	45,645	S/.	14,772	<b>32.36%</b>
2019	ALUMNOS	3057	S/.	34,836.22	S/.	51,969	S/.	17,133	<b>32.97%</b>
2020	ALUMNOS	4099	S/.	45,936.65	S/.	69,683	S/.	23,746	<b>34.08%</b>
2021	ALUMNOS	5678	S/.	62,757.73	S/.	96,526	S/.	33,768	<b>34.98%</b>
2022	ALUMNOS	7849	S/.	85,885.40	S/.	133,433	S/.	47,548	<b>35.63%</b>
2023	ALUMNOS	10601	S/.	115,202.45	S/.	180,217	S/.	65,015	<b>36.08%</b>
2024	ALUMNOS	13935	S/.	150,719.56	S/.	236,895	S/.	86,175	<b>36.38%</b>

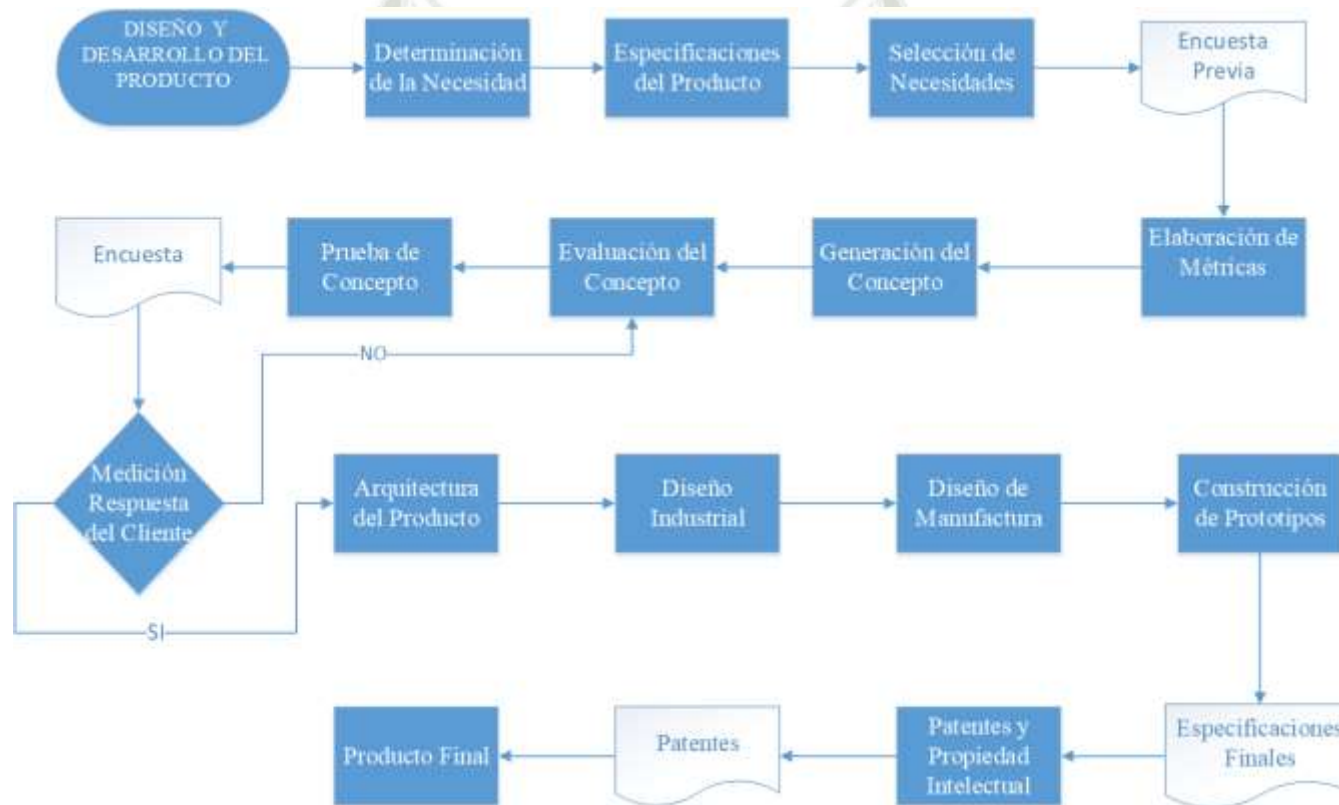
Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 38 se indica que, para un escenario pésimo, en el 2024 se tendrá una utilidad neta de 83175 soles que representa un margen de ganancia de 36.38%.

## 8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

El método de diseño y desarrollo de productos del Massachusetts Institute of Technology, demostró ser la una herramienta importante para el desarrollo de productos. Este método se muestra detalladamente en el siguiente flujograma:

**Figura 80** : *Método de diseño y desarrollo de productos del Massachusetts Institute of Technology*



Fuente: Elaboración Propia

Después de haber desarrollado el estudio pertinente basado en este método, se llegó a los siguientes resultados en cada uno de los pasos:

### **8.1 DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD**

Este paso es parte integral del proceso el cual está relacionado directamente con los demás pasos del método, como conclusión en este paso la necesidad que se evalúa en esta investigación es:

“Comodidad al transportar el instrumento de dibujo LA REGLA T, al centro de estudios”

### **8.2 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO**

Para poder desarrollar las especificaciones objetivo del producto a evaluar, se desarrolló una encuesta previa en la cual nos indicó que el transporte es la principal dificultad que se tiene con la regla T con un 41.8 %, seguida por el tamaño por un 34.5 % y fragilidad con 18.2.

Estos datos con claves para el desarrollo de los valores objetivo que se espera pueda cumplir nuestro producto.

### **8.3 GENERACIÓN DEL CONCEPTO**

Una vez ya teniendo las especificaciones objetivo del producto, se procede a la elaboración de conceptos, para ello se busca información de productos parecidos o que busquen cubrir la necesidad establecida, sumado a ello también se analiza mediante una lluvia de ideas todas las posibles combinaciones posibles para generar conceptos que nos sirvan para cubrir la necesidad.

El resultado fue la generación de 5 conceptos.

### **8.4 EVALUACIÓN DE CONCEPTOS**

Teniendo 5 conceptos, se procede a la evaluación de estos, primeramente, con la Matriz de selección de conceptos la cual nos sirve para filtrar los conceptos con mayor puntuación.

Para esta evaluación se tomó en cuenta las diferentes hojas técnicas de los diferentes materiales de los conceptos como madera, plástico (polietileno), fleje de metal templado.

## FACTIBILIDAD TÉCNICA

Analizando los diferentes materiales de las diferentes reglas que hay en el mercado tenemos que:

**Tabla 39 :** *Factibilidad Técnica de la Regla T enrollable y Acoplable .*

MATERIAL	UNIDAD	RANGO	OPCIÓN ESCOGIDA
Modulo de elasticidad	MPA	1.31 a 200000	200000
Resistencia a la Tracción	MPA	8 a 3400	495
Dureza	HR	108 a 350	172
Prueba de Impacto	(KJ/M2)	5 a 3875.2	3875.2

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 39 se indica que con respecto a los que los diferentes materiales que se analizaron fueron madera, polietileno, fibra de vidrio, fleje de metal templado y goma flexible observamos que el acero 1070 templado es que presenta mejores propiedades mecánicas, el cual fue escogido.

Posterior a ello se procede la realización de la matriz de evaluación de conceptos las cuales se basan en los resultados que nos dio la encuesta previa, para la ponderación de dicha evaluación.

Dicha evaluación tiene como objetivo poder indicar cuál de los conceptos se debe elaborar. En este caso nos indicó que el concepto numero 2 debería elaborarse, esto se corrobora con la evaluación con dos diferentes escenarios (cambio de ponderación) los cuales ratificaron al concepto dos, como concepto a desarrollarse.

### 8.5 PRUEBA DE CONCEPTO

Teniendo como resultado al concepto 2, se procederá a medir la respuesta del cliente acerca de las características de este concepto.

Se realizó una encuesta la cual busca obtener información de los potenciales clientes, en este caso nuestros principales clientes son los ingresantes de carreras de ingeniería de las universidades de Arequipa que tienen en su malla curricular

el curso de Dibujo Técnico, la cual nos dio como resultado un gran porcentaje de aceptación este se indica que el 44,50 % definitivamente compraría, el 47,72 probablemente compraría, el 6,17 podría o no comprar, el 1,07 probablemente no compraría y el 0,54 definitivamente no compraría.

También obtuvimos el precio que estarían dispuesto a pagar nuestros clientes potenciales se indicó que el 57,10 % estaría dispuesto a pagar entre 15 a 20 soles por el producto, que el 37% estaría dispuesto a pagar entre 20 a 25 soles y que el 5,9 % estaría dispuesto a pagar entre 30 y 35 soles, como se sabe una de las especificaciones técnicas es el precio del producto el cual se encuentra en el rango con mayor aceptación que es de 15 a 20 soles.

Tanto en el porcentaje de aceptación como en el porcentaje de precio preferido, salió favorable.

## **8.6 ARQUITECTURA DEL PRODUCTO**

Teniendo como resultado al concepto número 2, su gran porcentaje de aceptación y un rango de precio establecido. Se procede a elaborar diferentes esquemas los cuales nos ayuden a entender más a fondo la estructura del producto propuesto.

## **8.7 DISEÑO INDUSTRIAL**

Con la estructura definida se procede a elaborar los planos finales de nuestro producto, que tiene como objetivo plasmar los detalles de este.

En este paso obtenemos los estándares finales de la regla dando como resultado.

### **FACTIBILIDAD DE ESTANDARES DE LA REGLA T:**

Analizando los estándares de las diferentes reglas T que se encuentran en el mercado, en comparación con nuestro diseño tenemos que:

**Tabla 40 :** *Factibilidad de estándares de la Regla t Enrollable y Acoplable .*

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	RANGO	OPCIÓN ELEGIDA
Peso del producto	kg	0.2 a 0.6	0.3
Tamaño de la cabecera	cm.	25.8 a 30	23.8
Longitud de la regla	cm.	60 a 75	60
Dimensiones del estuche	m <sup>3</sup>	NO PRESENTA	0.0016

Fuente: Elaboración Propia

Comentario : En la tabla N° 40 se indica el rango de los diferentes aspectos relacionados con las características físicas del producto que han sido evaluadas en los puntos anteriores.

- **Con respecto al peso del producto:**

Podemos decir que el peso de nuestra regla T es 0.2 kg (30% menos) que la regla de plástico, además de un 0.3 kg (50 % menos) que la regla T de madera.

- **Con respecto al tamaño de la cabecera:**

En comparación al tamaño de la cabecera de nuestra regla T, es 6.2 cm menos que la de plástico, 8.2 cm menos que la de madera, y 2 cm menos que la de aluminio.

- **Con respecto a la longitud de la regla:**

En cuanto a la longitud de la regla podemos decir que es un tamaño Estándar, ya que la mayoría de las reglas T tienen esta medida.

- **Con respecto al estuche:**

Nosotros presentaremos un estuche con una dimensión de Altura: 26 cm, Largo: 15 cm, Ancho: 5cm, el cual tiene como objetivo salvaguardar la regla T, evitar manchas, y sobretodo poder transportarla a diferentes lugares.

## 8.8 CONSTRUCCION DE PROTOTIPOS

En este paso se elaboró dos prototipos: un prototipo físico y uno analítico con el objetivo principal tener la seguridad de que los componentes de este producto

tengan una funcionabilidad optima, es decir que funcionen como se espera para la comodidad del usuario.

Se pudo observar que en ambos prototipos se cumplió el objetivo principal.

## 8.9 PATENTES Y PROPIEDAD INTELECTUAL

En este paso se presentó la solicitud de patentabilidad, con los documentos requeridos por INDECOPI, se siguió todo el procedimiento explicado en el marco legal, obteniendo la aprobación de la solicitud y obteniendo el título de la propiedad intelectual.

## 8.10 PRODUCTO FINAL

En este paso se desarrolló la marca, logotipo, envase, la etiqueta y la presentación final de nuestro producto, dándonos como precio de venta en el mercado S/17.00 soles.

### FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Después del análisis de costos nos dio un precio final de venta de 17 soles, con un margen de ganancia de 35 %.

**Tabla 41:** *Factibilidad de estándares de la Regla t Enrollable y Acoplable .*

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	RANGO	OPCIÓN ELEGIDA
Precio en el Mercado	S/.	18 a 25	17

Fuente: Elaboración Propia

- **Con respecto al precio del producto:**

En cuanto al precio en el Mercado de nuestra Regla T es S/3 soles menos que la de plástico, S/8 soles menos que la de madera y S/ 1 sol menos que la de aluminio

## 9 CONCLUSIONES

**Primero:** En cuanto al diseño y desarrollo del producto se acepta la hipótesis general la cual indica que el Diseño y Desarrollo una regla T enrollable y acoplable Basado en el Método del Massachusetts Institute of Technology es factible técnica y económicamente.

**Segundo:** En cuanto a los problemas convencionales que se tiene con una regla T convencional, se realizó una encuesta previa logrando identificar que el transporte con un 48.1 % el tamaño con un 34.5 % y la durabilidad con un 18.2 % son los principales problemas que se tienen con una regla T convencional.

**Tercero:** En cuanto a el análisis de los posibles materiales adecuados para su diseño, se realizó una matriz de selección y evaluación de conceptos, dándonos como mejor resultado a regla T la cual posee una cabecera de plástico, un cuerpo (regla) de metal flexible, el cual es recubierto por silicona y es ensamblado por pernos.

**Cuarto:** En cuanto a la factibilidad Técnica se logró cumplir las especificaciones objetivo entre las más importantes las dimensiones del estuche con 0.0016 m<sup>3</sup> y precio del producto de 17 soles y mejorar las especificaciones de las reglas T convencionales.

**Quinto:** En cuanto a la factibilidad económica, se analizó los escenarios considerados y evaluados, siempre se podrá generar una utilidad con el aumento o disminución de las ventas netas o con la variación de la demanda. Esto permitirá generar una rentabilidad sostenida para la pronta recuperación de la inversión inicial y desarrollo a futuro de mejoras o nuevos productos en una misma línea.

**Sexto:** En cuanto a la idea propuesta del producto, se obtuvo un reporte de viabilidad y se logró la patente como Modelo de Utilidad, ante Indecopi.

## 10 RECOMENDACIONES

**Primero:** Se recomienda que para un análisis más completo del prototipo se realicen pruebas tecnológicas de materiales tales como tracción e impacto a los materiales usados.

**Segundo:** Se recomienda que, para una implementación futura de este proyecto, se realice un análisis FODA, LAS FUERZAS DE PORTER, PLAN ESTRATEGICO entre otros análisis más exhaustivos para un mejor resultado.

**Tercero:** Se recomienda desarrollar el plan comercial, sistema de ventas, financiamiento de producto y proveedores que no fueron analizados por no ser parte del alcance de este estudio.

**Cuarta:** Se recomienda desarrollar el diseño de planta, diseño de almacenes, y estudio de maquinarias a usar, para la producción futura del producto.

**Quinto:** Se recomienda para que el análisis de diferentes escenarios, se logre integrar la información de los procesos de admisión de las universidades de Arequipa de los años 2013,2014,2015,2016

## 11 REFERENCIAS

- 3DNatives. (2021). *www.3dnatives.com*. Recuperado el 15 de Enero de 2021, de <https://www.3dnatives.com/es/ecologico-realmente-filamento-pla-230720192/#!https://www.google.com/search?q=cual+es+la+composicion+del+PLA&sxsrf=ALeKk038ADBR9mMb89ubWs9D->
- CHINA STEEL SUPPLIERS. (2018). *www.steelgr.com*. Recuperado el 15 de ENERO de 2021, de <https://www.steelgr.com/Steel-Grades/Carbon-Steel/sae-1070.html>
- Ciriza , & Orizabala. (2010). *DIBUJO TECNICO*. EREIN.
- Hernandez , R. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mc Graw Hill Education.
- <https://www.bizlatinhub.com/es/registro-de-marcas-patentes-peru/>. (2018). *www.bizlatinhub.com*. Recuperado el 22 de noviembre de 2018, de <https://www.bizlatinhub.com/es/registro-de-marcas-patentes-peru/>
- INDECOPI. (2011). *INDECOPI*. Recuperado el 2 de ENERO de 2018, de [repositorio.indecopi.gob.pe](http://repositorio.indecopi.gob.pe): [https://repositorio.indecopi.gob.pe/bitstream/handle/11724/4411/613\\_DIN\\_Manual%20para%20solicitar%20una%20patente.pdf?sequence=1&isAllowed=y%3E](https://repositorio.indecopi.gob.pe/bitstream/handle/11724/4411/613_DIN_Manual%20para%20solicitar%20una%20patente.pdf?sequence=1&isAllowed=y%3E)
- INDECOPI. (2017). *www.indecopi.gob.pe*. Recuperado el 15 de ENERO de 2018, de <https://www.indecopi.gob.pe/web/invenciones-y-nuevas-tecnologias/registro-de-patente-de-invencion>
- Ministerio de Educacion. (2021). *www.gob.pe*. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de <https://www.gob.pe/845-acceso-a-la-informacion-publica-acceso-a-la-informacion-publica-del-ministerio-de-educacion>

Pacheco, A., & Valdivia, C. (2013). *Planeamiento y Control de la Produccion*. Lope Impresiones.

Telecurso 2000. (2000). *Mecanica , Ensayo de Materiales* . Editorial Globo.

Ulrich, K., & Eppinger, D. (2009). *Diseño y Desarrollo de Productos*. Editorial MC Graw Hill Education.



## 12 ANEXOS

### ANEXO 1: ENCUESTA INICIAL

#### ENCUESTA PREVIA

**1-. ¿Usted uso la regla T?**

- SI
- NO

**2-. Si tu respuesta anterior fue si , ¿Presento usted alguna dificultad con su regla T?**

- SI
- NO

**3-. Si tu respuesta anterior fue si, Califique del 1 al 5 , Siendo 1 la menor dificultad y 5 la mayor dificultad**

- SU TRANSPORTE (Portabilidad) ( )
- SU TAMAÑO (Diseño , Estetica) ( )
- SU ADQUISICION (Precio) ( )
- SU FRAGILIDAD ( Durabilidad) ( )
- SU USO (Precisión) ( )

**4-.¿Le gustaria adquirir una regla T que pueda reducir varias veces su tamaño a un menor costo?**

- SI
- NO



**ANEXO 2: FICHA DE INFORMACIÓN- REGLA T MADERA.**

<b>FICHA TÉCNICA REGLA T MADERA</b>	
<b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b>	
<b>Nombre del Producto</b>	Regla "T" Maped Technic Profesional
<b>Marca</b>	Maped
<b>Descripción General</b>	Regla "T" profesional / Cabeza fija de caoba color nogal / Bordes de acrílico (2.5 cm)
<b>Características</b>	<p>Dibuja perfectas líneas de gran longitud con precisión y seguridad usando la Regla "T" Maped Technic Profesional.</p> <p>Con caoba natural y bordes acrílicos, garantiza firmeza, alta rectitud y durabilidad aun si la transportas de un lado a otro.</p> <p>Su diseño cuenta con una cabeza fija color nogal y una recta de madera con bordes traslúcidos sin graduación para uso profesional.</p> <p>Mide 75 centímetros de longitud para brindarte un alcance lineal perfecto en tus proyectos de dibujo técnico.</p> <p>Úsala con escuadras de la línea Maped Technic Profesional para obtener mejores resultados a la hora de trazar.</p>
<b>Origen</b>	Hecho en China
<b>Características Técnicas</b>	
Largo de la Regla	75 cm
Peso del Producto	600 gr
Tamaño de la cabecera	32 cm
Modelo	1302
Cantidad	1



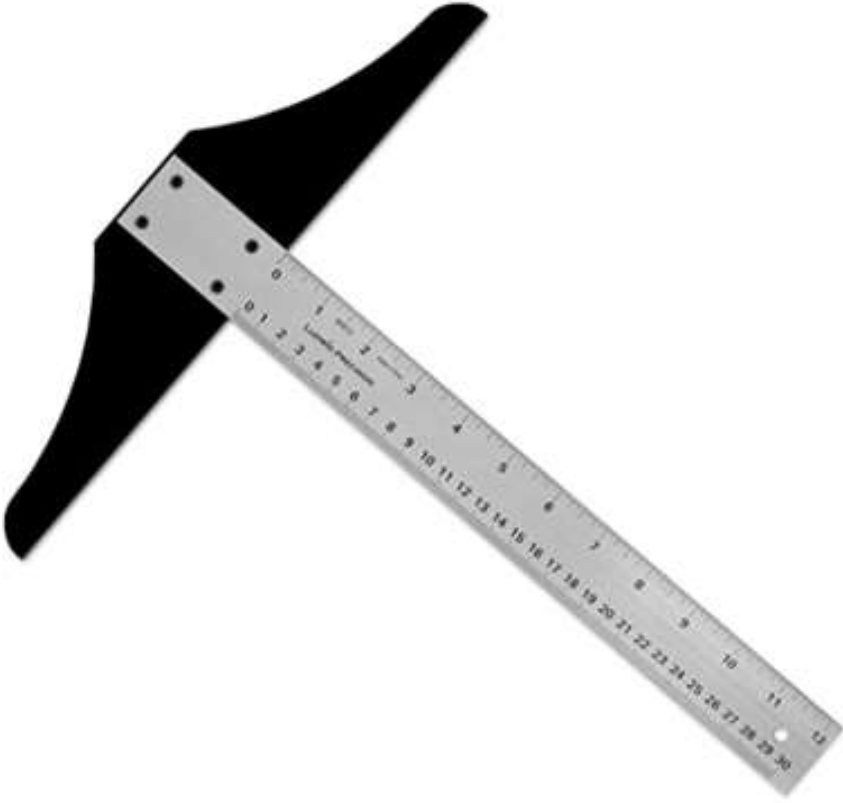
**ANEXO 3: FICHA DE INFORMACIÓN -REGLA T PLÁSTICO.**


<b>FICHA TÉCNICA REGLA T PLÁSTICO</b>	
<b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b>	
<b>Nombre del Producto</b>	Regla T de Plástico
<b>Marca</b>	Faber Castell
<b>Descripción General</b>	LEBQ 60 cm Escuadra en T Júnior Regla en T Transparente para Redacción y Trabajo General de Diseño
<b>Características</b>	<p>Calibraciones en pulgadas y métricas: esta regla tiene calibraciones en pulgadas y centímetros que permiten un uso flexible en la mayoría de las situaciones</p> <p>Regla transparente: hecha de plástico transparente, puede ver las notas subyacentes, conveniente para dibujar columnas o verificar el diseño de su documentación</p> <p>Fácil de calibrar: la regla con cabeza plástica de calidad para una fácil calibración</p> <p>Herramienta de utilidad: la regla transparente con marcas negras es buena para ingenieros, arquitectos, estudiantes, dibujantes, artistas, etc.</p> <p>El paquete incluye: viene con 1 paquete de plástico que dibuja 60 cm regla t-square que tiene un conveniente agujero para colgar</p>
<b>Origen</b>	Hecho en China
<b>Características Técnicas</b>	
Largo de la Regla	60cm
Peso del Producto	420 gr
Tamaño de la cabecera	30 cm
Cantidad	1



ANEXO 4: FICHA DE INFORMACIÓN REGLA T ALUMINIO.

FICHA TÉCNICA REGLA T ALUMINIO	
<b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b>	
<b>Nombre del Product</b>	Regla T de Aluminio
<b>Marca</b>	Ludwig Precision
<b>Descripción General</b>	Ludwig Precision Regla T de 12 a 48 pulgadas resistente de aluminio, 24 - pulgadas
<b>Características</b>	<p>(60 cm)</p> <p>1,5 pulgadas de ancho x grosor de 1.66-millimeter aluminio extruido Blade</p> <p>Cabeza de plástico de alta calidad es calibrado para 4 inches en cada lado de la hoja</p> <p>Pulgadas y centímetros calibrations permiten para uso flexible en cualquier situación</p> <p>Grande con números para rápido y fácil de leer las mediciones</p>
<b>Origen</b>	Hecho en China
<b>Características Técnicas</b>	
Largo de la Regla	60cm
Peso del Producto	200 gr
Tamaño de la cabecera	25.8 cm
Cantidad	1





## ANEXO 5: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL METAL TEMPLADO SAE 1070

### SAE 1070

Data Table for: Steel Grades : Carbon Steel : SAE 1070

#### Mechanical Properties

Quantity	Value	Unit
Young's modulus	200000 - 200000	MPa
Tensile strength	650 - 880	MPa
Elongation	8 - 25	%
Fatigue	275 - 275	MPa
Yield strength	350 - 550	MPa

#### Physical Properties

Quantity	Value	Unit
Thermal expansion	10 - 10	e-6/K
Thermal conductivity	25 - 25	W/m.K
Specific heat	460 - 460	J/kg.K
Melting temperature	1450 - 1510	°C
Density	7700 - 7700	kg/m <sup>3</sup>
Resistivity	0.55 - 0.55	Ohm.mm <sup>2</sup> /m

#### Heat Treatment:

Annealing	Quenching	Tempering	Normalizing	Q & T
√	√	√	√	√

#### Can produce SAE 1070 specifications and size

Steel grade	Specification	Processing range(mm)
SAE 1070	<a href="#">Round bar</a>	Φ1 to Φ2000
SAE 1070	<a href="#">Square-shape steel/Plate bar</a>	10 to 1000
SAE 1070	<a href="#">Steel Plate/Sheet</a>	0.08 to 800(T)*10 to 1500(W)*Long
SAE 1070	<a href="#">Forging</a>	Pipe/tube/slugs/donuts/cubes/other shapes
SAE 1070	<a href="#">Tubings</a>	OD: Φ4-410; WT: 1-35 mm
SAE 1070	<a href="#">Steel coils and strip</a>	THK:0.1mm Width:1500mm

#### Description

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
≤	≤	≤	≤	≤		
0.65-0.7	0.07-0.6(a,b)	0.6-0.9	0.03	0.05		
Mo	Al	Cu	Nb	Ti	V	Ce
N	Co	Pb	B	Other		

## ANEXO 6: PROPIEDADES MECÁNICAS DE MADERA CACHIMBO



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MADERA CACHIMBO

<b>Especie</b>	: Cariniana decandra Ducke
<b>Familia</b>	: Lecythidaceae
<b>Nombres comunes</b>	: Perú: cachimbo, cachimbo blanco, cachimbo caspi, papelillo caspi
<b>Nombre comercial internacional</b>	: Cachimbo

#### CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE:

**Distribución Geográfica:** La distribución de la especie fue obtenida de la literatura y de reportes de herbario, se encuentra en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y San Martín, entre 0 y 500 msnm. La especie existe en cantidades medias en la Amazonía del Perú.

**Árbol:** Alcanza más de 40 m de altura y 90 cm de diámetro; tronco circular, alatones bajos y gruesos. Copa globosa o un poco achatada horizontalmente. La corteza superficial del tronco de color marrón, fisurada, con fisuras de 1 cm de profundidad y 1 cm de abertura. Corteza viva laminar, de 1 a 1.3 cm de grosor, con ligero olor a grasa vegetal; presenta tres capas; una externa de color rosado pardusco, otra intermedia rosada, y una interna es blanquecina y más delgada.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA:

**Color:** El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color blanco cremoso similar a las capas internas (duramen), no observándose entre ambas capas contraste en el color. En la madera seca al aire la albura se toma de color blanco HUE 8/2 IOYR y el duramen marrón muy pálido HUE 8/3 10YR. (Munsell Soil Color Charts).

<b>Olor</b>	: No distintivo.
<b>Lustre o brillo</b>	: Moderado.
<b>Grano</b>	: Recto.
<b>Textura</b>	: Media.
<b>Veteado o figura</b>	: Arcos superpuestos formado por anillos de crecimiento.

Parcela Predio Rural Tambo Inga Mz. 1 – Lt. 85 / Teléfonos (511) 548-3086 548-0843 548-0247  
 Web: [www.madexo.pe](http://www.madexo.pe) / Mail: [ventas@madexo.pe](mailto:ventas@madexo.pe) [logistica@madexo.pe](mailto:logistica@madexo.pe)  
 TORNILLO Y CACHIMBO PARA CONSTRUCCION – TRIPLAY PARA ENCOFRADOS  
 TRIPLAY EN TODAS LAS MEDIDAS – CAOBA Y CEDRO DE EXPORTACION – PARIHUELAS Y PALLETS – DURMIENTES





#### CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS:

El Cachimbo blanco es una madera medianamente pesada, que presenta contracciones lineales bajas y contracción volumétrica estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media con la categoría alta.

#### PROPIEDADES FÍSICAS:

Densidad básica	: 0.59 g/cm <sup>3</sup> .
Contracción tangencial	: 7.58 %
Contracción radial	: 4.96 %
Contracción volumétrica	: 12.10
Relación T/R	: 1.50

#### PROPIEDADES MECÁNICAS:

Módulo de elasticidad en flexión	: 131,000 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de rotura en flexión	: 735.00 kg/cm <sup>2</sup>
Comprensión paralela (RM)	: 342.00 kg/cm <sup>2</sup>
Comprensión perpendicular (ELP)	: 66.00 kg/cm <sup>2</sup>
Corte paralelo a las fibras	: 84.00 kg/cm <sup>2</sup>
Dureza en los lados	: 468.00 kg/cm <sup>2</sup>
Tenacidad (resistencia al choque)	: 3.90 kg-m

#### RECOMENDACIONES TÉCNICAS:

La madera es homogénea y tiene pocas tensiones internas por lo que su aserrio es moderado, su resistencia mecánica media permite obtener alta productividad. Su trabajabilidad es fácil, aunque desafilan los elementos cortantes por la presencia de sílice.

Se comporta bien al secado; al aire libre seca en forma moderada, tablas de una pulgada de espesor se secan en 40 días; se comporta bien al secado artificial, con un programa suave de 10 días para un espesor de dos pulgadas con programa severo en un tiempo de 55 horas, resultando un producto de buena calidad. Siendo moderadamente resistente al ataque biológico, se recomienda su preservación por el método de inmersión para madera húmeda, y por el método de baño caliente y frío para madera seca; tiene regular impregnabilidad.

Parcela Predio Rural Tambo Inga Mz. I – Lt. 85 / Teléfonos (511) 548-3086 548-0843 548-0247

Web: [www.madexo.pe](http://www.madexo.pe) / Mail: [ventas@madexo.pe](mailto:ventas@madexo.pe) [logistica@madexo.pe](mailto:logistica@madexo.pe)

TORNILLO Y CACHIMBO PARA CONSTRUCCION – TRIPLAY PARA ENCOFRADOS

TRIPLAY EN TODAS LAS MEDIDAS – CAOBA Y CEDRO DE EXPORTACION –PARIHUELAS Y PALLETS – DURMIENTES

Pág.2



**UTILIDAD:**

La madera se usa para construcción de viviendas, estructuras, vigas, viguetas, columnas, tijerales, carpintería de interiores, encofrados, molduras, machihembrados, mueblería, artesanía, mangos de herramientas; actualmente se usa para la fabricación de paletas de frontón. Puede sustituir al Pino Oregón en construcciones.

Parcela Predio Rural Tambo Inga Mz. 1 – Lt. 85 / Teléfonos (511) 548-3086 548-0843 548-0247

Web: [www.madexo.pe](http://www.madexo.pe) / Mail: [ventas@madexo.pe](mailto:ventas@madexo.pe) [logistica@madexo.pe](mailto:logistica@madexo.pe)

TORNILLO Y CACHIMBO PARA CONSTRUCCION – TRIPLAY PARA ENCOFRADOS

TRIPLAY EN TODAS LAS MEDIDAS – CAOBA Y CEDRO DE EXPORTACION – PARIHUELAS Y PALLETS – DURMIENTES

Pág.3



## ANEXO 7: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Polietileno de  
Alta Densidad 

### Características y propiedades del Polietileno de Alta Densidad

PROPIEDAD	UNIDAD	PE - 80	PE - 100
Densidad	Gr. / Cm <sup>3</sup>	0.948-0.956	0.957-0.961
Índice de Fluidez (MFR) 190°C/ 5 Kg	Gr. / 10 min	0.5	0.40
Contenido Negro de Humo	%	2.0-2.5	2.0-2.5
Resistencia a la Tracción	MPa	20-23	23-25
Resistencia a la Flexión	MPa	18	23.00
Módulo Tensil	MPa	1000	900.00
Tensión de Diseño ( $\sigma$ )	MPa	6.3	8.00
Mínimo Esfuerzo Requerido (MRS)	MPa	>8	>10
Alargamiento de Rotura	%	>600	>600
Coefficiente de dilatación lineal	mm/m°C	0.17-0.20	0.20
Temperatura de fragilidad	°C	<-70	<-70
Dureza Shore a 20°C	Escala D	61	61

### Resistencia a los Productos Químicos

La resistencia del Polietileno de Alta Densidad a las sustancias químicas ha sido evaluada en diferentes trabajos con éxito total. La resistencia ha sido evaluada en función del comportamiento de una probeta de HDPE sumergida en el fluido en mención a 20°C y 60°C.

La evaluación final está esquematizada de la siguiente manera según la tabla:

LEYENDA	EVALUACIÓN	HINCHAMIENTO	PÉRDIDA DE CARGA	ALARGAMIENTO A LA ROTURA
S	SATISFACTORIO	< 3%	< 0.5%	INVARIABLE
L	LIMITADO	3 – 8 %	0.5 – 5 %	DISMINUCIÓN<50%
NS	NO SATISFACTORIO	> 8%	> 5%	DISMINUCIÓN>50%

## ANEXO 8: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PLA

### Propiedades físicas del material PLA

Densidad	1,24	g/cm <sup>3</sup>	UNE EN ISO 1183-1
Denominación técnica	Polylactic Acid		

### Propiedades de impresión PLA

Temperatura de impresión	210± 20 °C		
Temperatura de cama caliente	0 - 50°C		
Ventilador	Encendido (100%)		

### Propiedades mecánicas

Resistencia de tracción	45MPa	ISO 527-1
Módulo de tracción	3500 MPa	ISO 527-1
Elongación de rotura	≤ 5 %	ISO 527-1
Impacto Charpy con entalla 23°C	≤ 5 kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179-1eA

### Propiedades térmicas

HDT B	64°C
Vicat	84°C

### Propiedades de almacenamiento

Formato	1 Kg
Peso neto	1 Kg
Peso bruto	1,4 Kg
Diámetro	1,75 mm
Características del packaging	Aislamiento higroscópico, retractilado



## ANEXO 9: PROPIEDADES MECÁNICAS FIBRA DE VIDRIO.

# Fibra de vidrio.

## Clasificación

Fibra mineral elaborada a partir de sílice, cal, alúmina y magnesita. A estas materias se les añaden óxidos diversos y se trituran finamente consiguiendo una masa homogénea, que mas tarde se introducen en un horno a 1.550 °C.

El vidrio fundido se extruye y estira, aplicándole un ensimaje y consiguiendo así el filamento.

Existen cinco grupos:

1. Tipo E: es el tipo de fibra más empleado, se caracteriza por sus propiedades dieléctricas, representa el 90% de refuerzo para composites.
2. Tipo R: se caracteriza porque tiene muy buenas prestaciones mecánicas, demandándose en los sectores de aviación, espacial y armamento.
3. Tipo D: su principal característica es su excelente poder dieléctrico, de ello su aplicación en radares, ventanas electromagnéticas...
4. Tipo AR: posee un alto contenido en óxido de circonio, el cuál le confiere una buena resistencia a los álcalis.
5. Tipo C: se caracteriza por su alta resistencia a agentes químicos.



## Fibra de vidrio tipo E

Fibra inorgánica compuesta de 53-54% SiO<sub>2</sub>, 14-15.5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 20-24% CaO, MgO y 6.5-9% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y escaso contenido en álcalis.

Este tipo de fibra posee buenas propiedades dieléctricas, además de sus excelentes propiedades frente al fuego.

El vidrio tipo E tiene un peso específico de 2.6 g/cm<sup>3</sup>. Multifilamento: 12 - 22.5 μm de diámetro por filamento. Fibra cortada: diámetro de 10 - 13 μm, con una longitud de corte de 3 - 12 mm.

## Especificaciones Técnicas

### \* Mecánicas

Tenacidad (N/tex): 1.30

Fuerza a la tracción (MPa): 3400

Elongación hasta rotura (%): 4.5

### \* Térmicas

Conductividad Térmica (W/m °K): 1

Resistencia termomecánica: 100% después de 100 h a 200 °C

### \* Eléctricas

Resistividad (ohm x cm): 10<sup>14</sup> - 10<sup>15</sup>

Factor de disipación dieléctrica: 0.0010 - 0.0018 a 106 Hz

### \* Químicas

Absorción de humedad a 20 °C y 60% de humedad relativa (%): 0.1

Resistencia a los disolventes: alta

Resistencia a la intemperie y los rayos UV: alta

Resistencia a microorganismos: alta



C/ Galileo 8 - P.I. Can Estella

08635 Sant Esteve Sesrovires - Barcelona  
(Spain)

Tel. +34 937 715 910 - FAX +34 937 715 319

Email: [info@calvosealing.com](mailto:info@calvosealing.com)

[www.calvosealing.com](http://www.calvosealing.com)

## ANEXO 10: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CAUCHO



Experts in  
**Rubber**

### Natural Rubber Sheet BS1154 Datasheet

Product Code: RC0345-Y50

#### Product Description

Our Natural Rubber Sheet BS1154, as the name suggests, conforms to British standards 1154. Conforming to this requirement means that the product is certifiably good for use in highly demanding applications and environments. Our sheeting features excellent physical properties inclusive of high tensile strength and a good abrasion performance.



Available In -



Full Rolls

Cut to strip

Bespoke  
Gaskets

#### Technical Specification

Properties	Test Method	Values
Product		BS1154 Natural Rubber Sheeting
Colour		White
Compound		NR
Hardness (Shore A)		50° ± 5°
Density		1.15 g/cm <sup>3</sup>
Tensile Strength		17 Mpa
Elongation at Break		500%
Abrasion Resistance		125 mm <sup>3</sup>
Working Temperature Range		-20°C to +70°C

**ANEXO 11: INFORME DE LABORATORIO DE PRUEBA DE DUREZA  
PARA MATERIALES SINTÉTICOS.**

# Tecnología de Materiales

Informe de laboratorio N<sup>o</sup> 5

“Ensayo Dureza de Materiales  
Sintéticos”

**INFORME**

## INTRODUCCION

Estamos tan acostumbrados a utilizar los plásticos que a veces no somos conscientes de que el objeto que estamos utilizando es de este material. Los plásticos son materiales orgánicos constituidos por macromoléculas y producidos por transformación de sustancias naturales o por síntesis directa, a partir de productos extraídos del petróleo, del gas natural, del carbón o de otras materias minerales. Los polímeros no tienen punto de fusión ni de ebullición definidos; según el proceso de síntesis, los plásticos son de polimerización, de policondensación y de poliadición.

Los plásticos han modificado nuestra forma de vivir y trabajar. Además de las bolsas de basura o los envases donde guardamos los alimentos, las prendas de vestir, ciertos materiales que se utilizan en cirugía, los equipos de las tecnologías de la información, algunos componentes de los automóviles y de las comunicaciones, entre otros, también se elaboran con este material. De ahí que algunos científicos hayan denominado a las últimas décadas como la era de los plásticos.

Por eso la importancia de este trabajo, al tener los plásticos tan sumergidos en toda la industria es necesario que sepamos sus propiedades, en este laboratorio hablaremos y sobre la dureza de estos y los someteremos a ensayos de dureza poniendo en práctica los conocimientos teóricos realizados previamente.

## DUREZA DE MATERIALES SINTETICOS

### 1. OBJETIVO GENERAL

Familiarizar al alumno con los polímeros, como materiales de ingeniería, y su respuesta a la prueba de dureza shore A y D.

### 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Realizar un ensayo para determinar la dureza de materiales plásticos.
- b) Analizar el comportamiento comparativo de los materiales ensayados ante la medición de la dureza.
- c) Determinar el efecto de singularidades geométricos en la dureza de los materiales plásticos: espesor, bordes, aristas, curvaturas, etc.
- d) Determinar la densidad de distintos materiales plásticos a los que se mida la dureza:
- e) Presentar las distintas formas de medición dureza para materiales plásticos, de las escalas específicas y de los instrumentos que para ello se utilizan.

### 3. INTRODUCCION TEORICA

Una propiedad frecuentemente medida en los materiales es la dureza, y no es otra cosa que la resistencia de un material a la deformación permanente en su superficie. La dureza de un material se mide forzando a un penetrador a aplicar una gran carga concentrada en la superficie. Los penetradores tienen distintas formas, esfera, cónicos, piramidales, y se los fabrica de diversos materiales, todos muy resistentes, como el carburo de tungsteno y el diamante.

Ante tal diversidad de medios para lograr de formar la superficie de un material, se han creado varias formas de medición de la dureza: Brinell, Vickers, Shore, Knoop, Rockwell. Para los plásticos las escalas mas utilizadas para la determinación de la dureza es la Rockwell A y la Shore.

La dureza no puede definirse en términos de alguna propiedad específica del material, pues esta se relaciona con las propiedades elásticas y plásticas del material, la cual es el resultado del tratamiento térmico o el trabajo efectuado sobre el mismo.

### *Importancia de la medición de dureza*

Las pruebas de dureza se utilizan para verificar la calidad de los metales en los tratamientos térmicos, en la recepción de los materiales durante su inspección, en la evaluación de soldaduras y en el análisis de fallas. De aquí la importancia que tiene el conocimiento de los diferentes ensayos de dureza empleados, ya sea como rutina de taller, como laboratorio de inspección o como medio para realizar investigación.

#### *Dureza Rockwell*

El método consiste en introducir un penetrador (cono de diamante o bola de acero endurecido), sobre la pieza de trabajo, mediante la aplicación sucesiva de dos cargas preestablecidas y medir la deformación o profundidad de la huella dejada por el penetrador.

#### - *Dureza Brinell*

Este método de prueba utiliza un penetrador de bola de acero y una vez retirada la fuerza aplicada se mide, mediante un dispositivo óptico, el diámetro de la huella dejada por el penetrador.

#### - *Dureza Vickers*

El método consiste en hacer una huella con un penetrador de diamante, en forma de pirámide recta de base cuadrada y medir sus diagonales una vez retirada la fuerza aplicada. La dureza Vickers se define como el cociente de la fuerza de la prueba por el área de la huella.

- Dureza Shore

El método consiste en introducir un penetrador cónico aguzado sobre la pieza de trabajo, mediante la aplicación de una carga preestablecida baja. La profundidad de la huella dejada por el penetrador determina la dureza del material. Existe un método Shore alternativo que determina el rebote de una carga determinada cuando impacta una superficie del material. Si el rebote es poco significa que el material presenta una alta penetración y, por consecuencia, se trata de un material de baja dureza. Por el contrario, si el rebote es alto, el material fue deformado mínimamente, y se trataría de un material con mayor dureza.

**Figura 1 :**Equipo Equotip para medición de dureza



Fuente: <http://shop-usa.proceq.com>

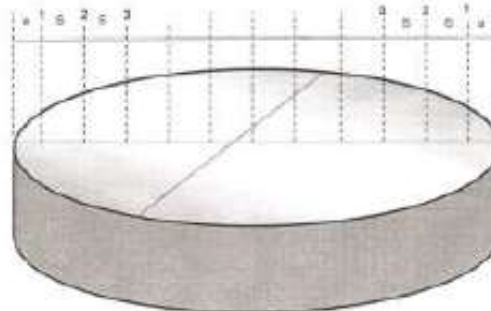
#### 4. DESCRIPCION DEL METODO A SEGUIR

Los puntos importantes a destacar del método, contemplan las siguientes actividades principales: Reconocer sensorialmente los materiales plásticos que serán ensayados en la experiencia.

- Reconocer el instrumental y forma de operación para medición de la propiedad en comento.
- Determinación de las dimensiones iniciales y peso de cada probeta, previo al ensayo, siguiendo las indicaciones del profesor. Con estos valores obtener la densidad de cada material.
- Realización del ensayo. Con las instrucciones del profesor, el alumno deberá aprender la forma correcta de manipulación del durómetro manual.

y realizar las mediciones de dureza siguiéndola matriz de puntos de medición según la figura siguiente.

**Figura 2 :** *Fuerzas Constantes.*



Fuente: Guía de Instituto de Educación Superior en Perú.

El alumno deberá registrar la dureza medida para cada probeta, y en cada punto según lo indicado, además de cualquier otro dato que considere de interés para efectos del análisis de los resultados.

Con los valores de dureza medidos en las ubicaciones a, b, c, d, se debe construir un gráfico (ver figura) y determinar si esta propiedad es homogénea o no en el material ensayado. Si se determina que la dureza no es uniforme en la probeta, obtener por regresión la función dureza vs ubicación (radio) Si la dureza es homogénea en la probeta entregar el valor promedio de las mediciones con su respectiva medida de la dispersión.

## 5. VARIABLES A CONTROLAR

### 5.1. Probetas

Materiales	
Poliestireno	
Caucho	
Polietileno de alta densidad	
Polipropileno	
Policloruro de vinilo	
Tereftalato de polietileno	
PVC (tubería)	
Ácido Polilactico	

- 5.2. Dimensiones de las probetas
- 5.3. Peso de cada una de las probetas dimensionadas
- 5.4. Dureza distribuida en distintos puntos de la probeta.
- 5.5. Calcular: densidad y tendencia de dureza por regresión para cada probeta.
- 5.6. Identificar el material.

## 6. TEMAS DE INTERROGACION

- 6.1. Principales escalas de medición de durezas aplicadas a plásticos.
- 6.2. Principales plásticos de uso industrial y su respuesta de dureza.

## 7. PROCEDIMIENTO

Con esto podemos calcular los Límites de Control para el grafico de X:

$$\text{Linea central} = \bar{X}$$

$$LSC = \bar{X} + 3 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$LIC = \bar{X} - 3 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

*Se tomó como base para realizar en ensayo de dureza en los plásticos el material  
acero*

*Poliestireno:*

**Figura 3 :** *Resultado de Prueba -Poliestireno*



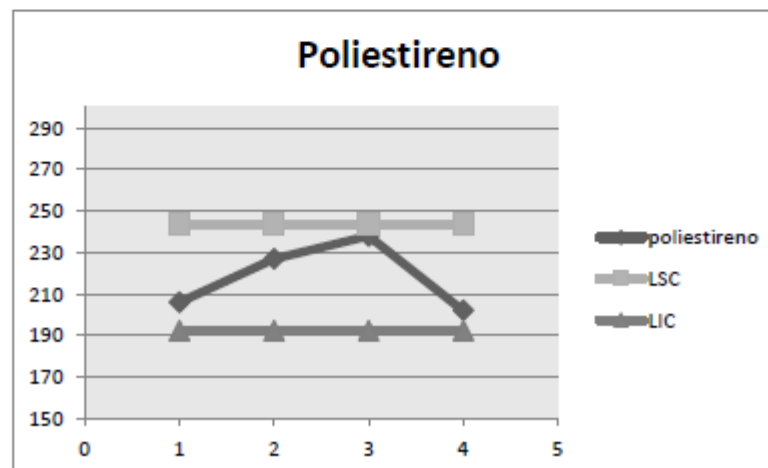
Fuente: Elaboración propia

Nº de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	206	16.8
2	227	16.8
3	238	16.8
4	202	16.8

$\bar{X}$	218
n	4
s	17.1
MIN	238
MAX	202
R	9

Peso	0.42	g
Volumen	0.5	ml
densidad	0.84	g/cm <sup>3</sup>
densidad teórica	0.6	g/cm <sup>3</sup>

Figura 4 : Grafica Dureza -Poliestireno



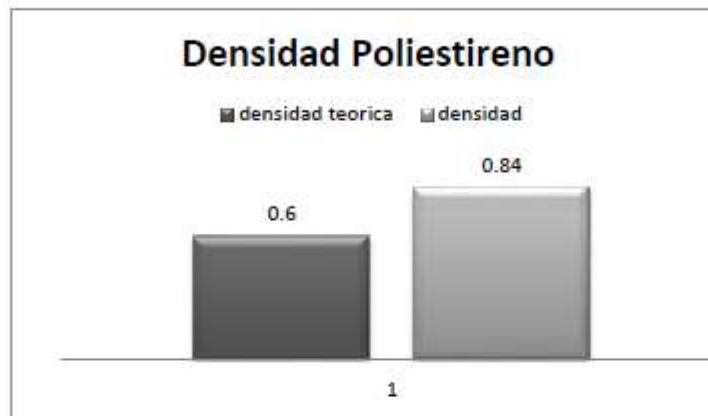
Fuente: Elaboración propia

$Linea\ central = 218$

$LSC = 243.65$

$LIC = 192.35$

**Figura 5 : Grafica Densidad -Poliestireno**



Fuente: Elaboración propia

- *Caucho*

**Figura 6 : Resultado de Prueba -Poliestireno**



Fuente: Elaboración propia

Nº de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	109	12.7
2	112	12.7
3	109	12.7
4	103	12.7

$\bar{X}$	108
n	4
s	3.8
MIN	112
MAX	103
R	9

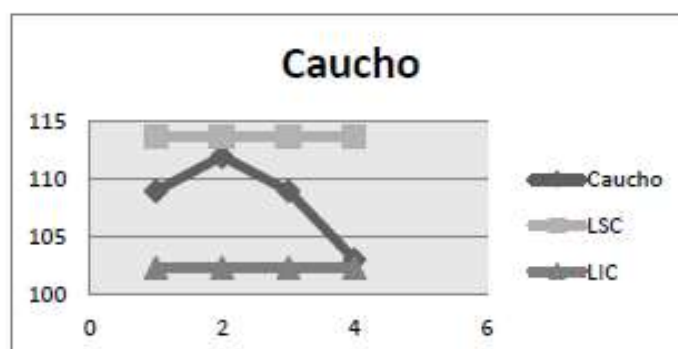
Peso	6.1	g
volumen	5	MI
densidad	1.22	g/cm <sup>3</sup>
densidad teorica	0.95	g/cm <sup>3</sup>

Linea central = 108

LSC = 113.7

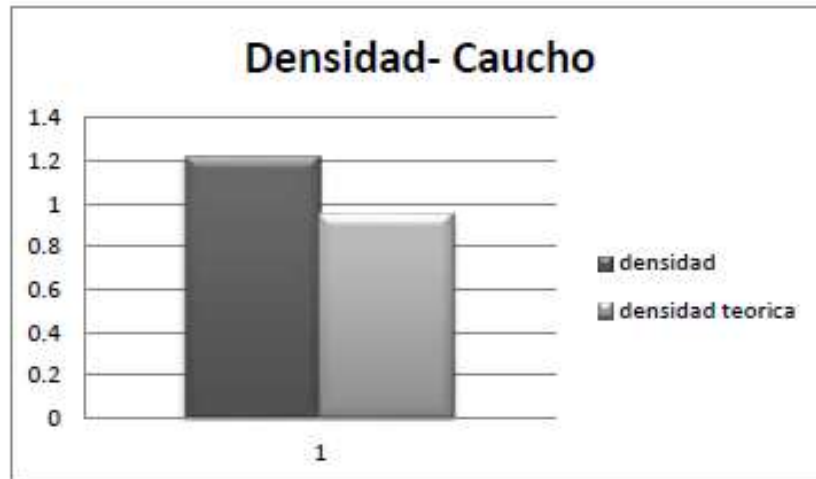
LIC = 102.3

Figura 7 : Grafica Dureza -Caucho



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8 : Grafica Densidad -Caucho**



Fuente: Elaboración propia

- *Polietileno de alta densidad*

**Figura 9 : Resultado de Prueba –Polietileno de alta Densidad**



Fuente: Elaboración propia

Nº de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	381	22.1
2	371	22.1
3	350	22.1
4	276	22.1

$\bar{X}$	370
n	4
s	13.6
MIN	381
MAX	350
R	31

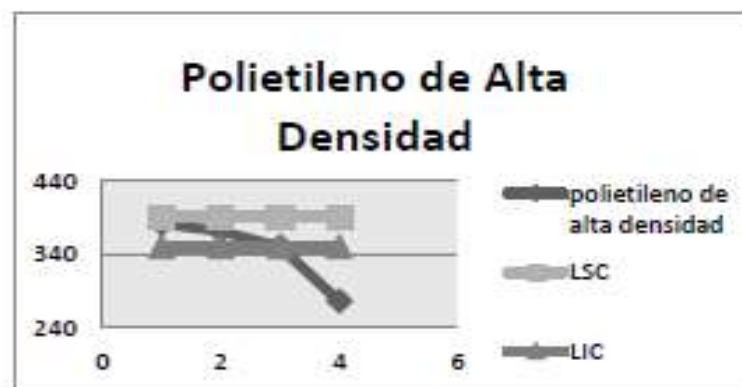
Peso	1.28	G
volumen	1.2	MI
densidad	1.067	g/cm <sup>3</sup>
densidad teorica	0.94	g/cm <sup>3</sup>

*Linea central = 370*

*LSC = 390.4*

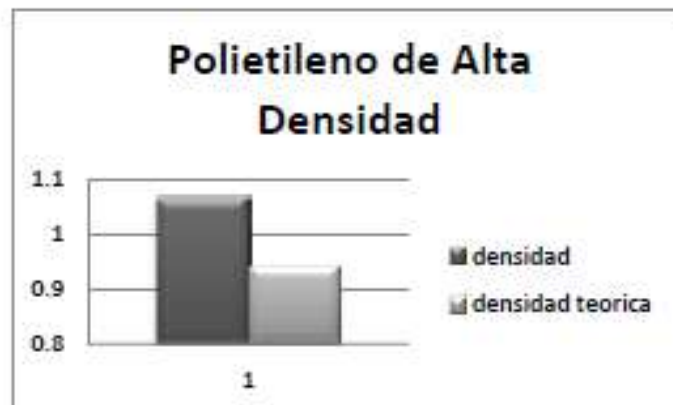
*LIC = 349.6*

**Figura 10 : Grafica Dureza- Polietileno de Alta Densidad**



- Fuente: Elaboración propia

**Figura 11 : Grafica Densidad –Polietileno de Alta Densidad**



Fuente: Elaboración propia

- *Polipropileno:*

**Figura 12 : Resultado de Prueba –Polipropileno**



Fuente: Elaboración propia

Nº de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	420	27.8
2	384	27.8
3	444	27.8
4	382	27.8

$\bar{X}$	468
n	4
s	29.9
MIN	444
MAX	382
R	62

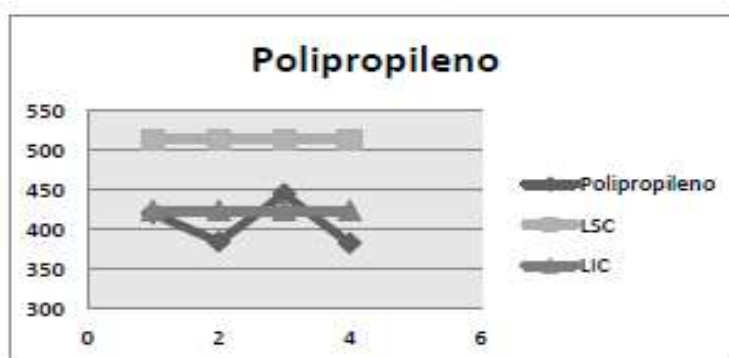
Peso	0.55	G
Volumen	0.5	MI
densidad	1.1	g/cm <sup>3</sup>
densidad teorica	0.95	g/cm <sup>3</sup>

Linea central = 468

LSC = 512.85

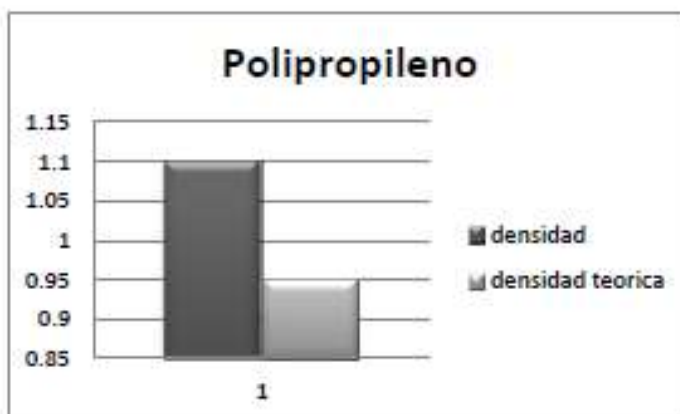
LIC = 423.15

Figura 13 : Grafica Dureza –Polipropileno



Fuente: Elaboración propia

**Figura 14 : Grafica Densidad -Polipropileno**



- **Policloruro de Vinilo**

**Figura 15 : Resultado de Prueba –Policloruro de Vinilo**



Fuente: Elaboración propia

Nº de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	241	18
2	263	18
3	245	18
4	267	18

$\bar{X}$	254
n	4
s	12.9
MIN	267
MAX	241
R	26

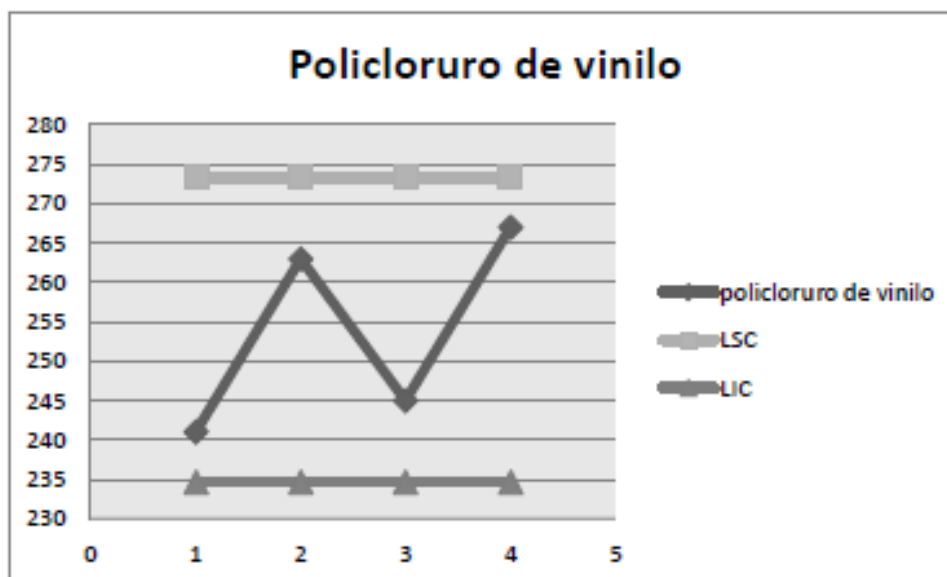
Peso	0.76	G
volumen	1	Ml
densidad	0.76	g/cm <sup>3</sup>
densidad teorica	0.89	g/cm <sup>3</sup>

Linea central = 254

LSC = 273.35

LIC = 234.65

Figura 16 : Grafica Dureza- Policloruro de Vinilo



Fuente: Elaboración propia

Figura 17 : Grafica Densidad -Policloruro de Vinilo



Fuente: Elaboración propia

- *Tereftalato de polietileno*

Figura 18 : Resultado de Prueba –Tereftalato de Poelietileno



Fuente: Elaboración propia

N° de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	336	24.1
2	307	24.1
3	313	24.1
4	327	24.1

$\bar{X}$	321
n	4
s	13.2
MIN	336
MAX	307
R	29

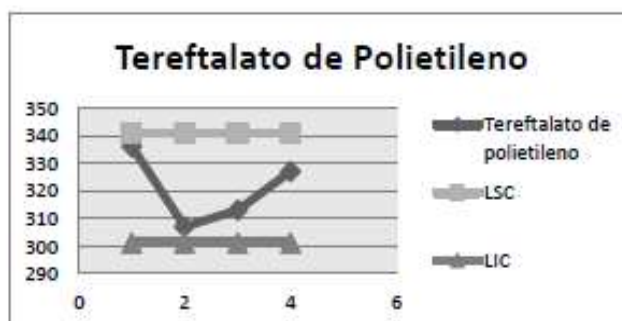
Peso	0.6	G
Volumen	0.4	MI
densidad	1.5	g/cm <sup>3</sup>
densidad teorica	1.37	g/cm <sup>3</sup>

*Linea central* = 321

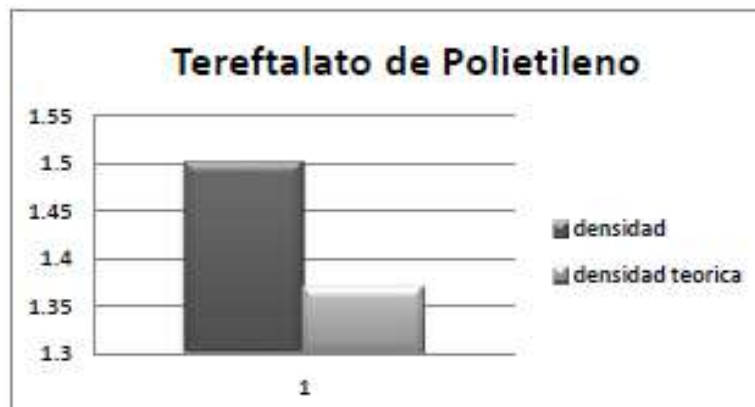
*LSC* = 340.8

*LIC* = 301.2

Figura 19 : Grafica Densidad --Tereftalato de Poietileno



**Figura 20 : Grafica Densidad - Tereftalato de Polietileno**



Fuente: Elaboración propia

- PVC

**Figura 21 : Resultado de Prueba -PVC**



Fuente: Elaboración propia

N° de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	213	17.8
2	227	17.8
3	255	17.8
4	284	17.8

$\bar{X}$	245
n	4
s	31.5
MIN	284
MAX	213
R	71

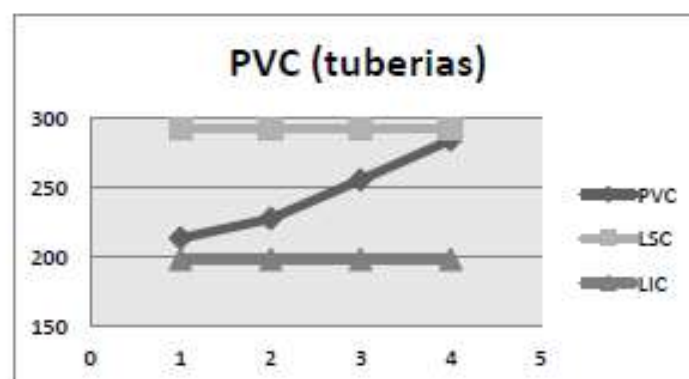
peso	1.31	G
volumen	1.2	MI
densidad	1.09	g/cm <sup>3</sup>
densidad teórica	0.89	g/cm <sup>3</sup>

Linea central = 245

LSC = 292.25

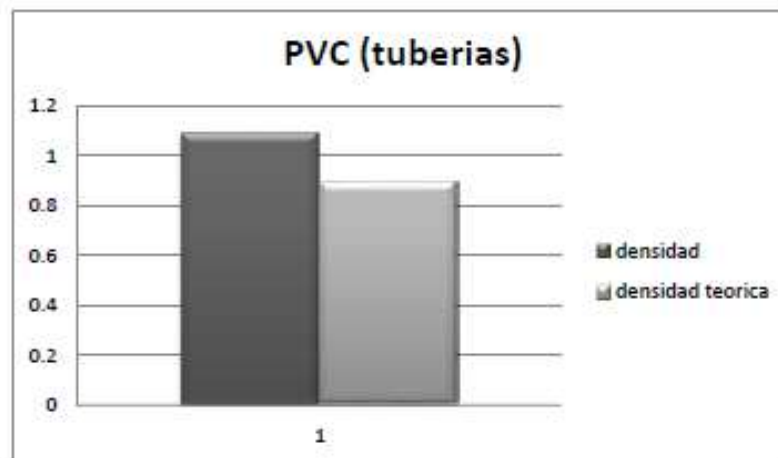
IC = 197.75

Figura 22 : Grafica Dureza -PVC



Fuente: Elaboración propia

Figura 23 : Grafica Densidad - PVC



Fuente: Elaboración propia

- *Ácido Poliláctico*

Figura 24 : Resultado de Prueba –Ácido Poliláctico



Fuente: Elaboración propia

N° de ensayo	Dureza Brinell	Dureza Shore
1	440	27.8
2	471	27.8
3	466	27.8
4	420	27.8

$\bar{X}$	449
n	4
s	23.8
MAX	471
MIN	420
R	51

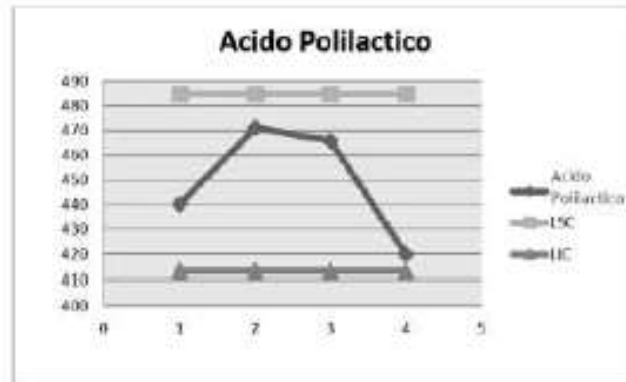
peso	1.4	G
volumen	1.1	MI
densidad	1.27	g/cm <sup>3</sup>
densidad teorica	1.16	g/cm <sup>3</sup>

*Linea central = 449*

*LSC = 484.7*

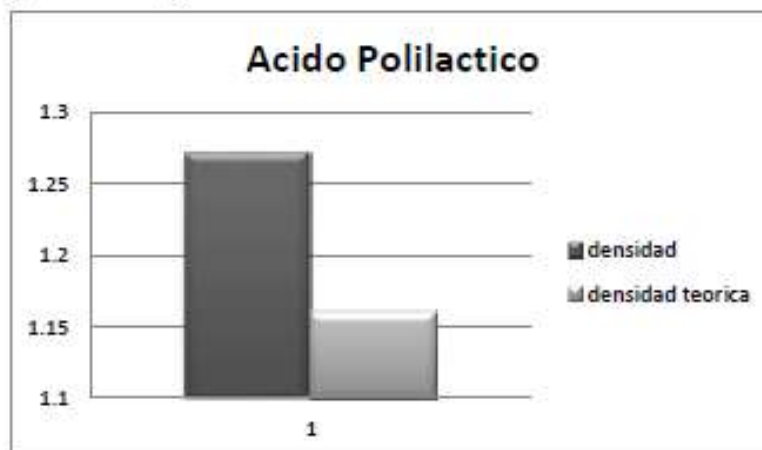
*LIC = 413.*

**Figura 25 : Grafica Dureza Acido Polilactico**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 26 : Grafica Densidad - Acido Polilactico**



Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 12: INFORME 2 DE LABORATORIO DE PRUEBA DE DUREZA PARA  
MATERIALES SINTETICOS.**

# Tecnología de Materiales

## Informe de laboratorio N<sup>o</sup> 5

### “Ensayo Dureza de Materiales Sintéticos”

## INFORME

## 1. INTRODUCCION

Una propiedad frecuentemente medida en los materiales es la dureza, y no es otra cosa que la resistencia de un material a la deformación permanente en su superficie. La dureza de un material se mide forzando a un penetrador a aplicar una gran carga concentrada en la superficie. Los penetradores tienen distintas formas, esfera, cónicos, piramidales, y se los fabrica de diversos materiales, todos muy resistentes, como el carburo de tungsteno y el diamante.



Ante tal diversidad de medios para lograr deformar la superficie de un material, se han creado varias formas de medición de la dureza: Brinell, Vickers, Shore, Knoop, Rockwell. Para los plásticos las escalas más utilizadas para la determinación de la dureza es la Rockwell A y la Shore.

La dureza no puede definirse en términos de alguna propiedad específica del material, pues ésta se relaciona con las propiedades elásticas y plásticas del material, la cual es el resultado del tratamiento térmico o el trabajo efectuado sobre el mismo.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo general

a) Familiarizar al alumno con los polímeros, como materiales de ingeniería, y su respuesta a la prueba de dureza Shore A y D.

### Objetivos específicos

a) Realizar un ensayo para determinar la dureza de materiales plásticos.

- b) Analizar el comportamiento comparativo de los materiales ensayados ante la medición de la dureza.
- c) Determinar el efecto de singularidades geométricas en la dureza de los materiales plásticos: espesor, bordes, aristas, curvaturas, etc.
- d) Determinar la densidad de distintos materiales plásticos a los que se mida la dureza.
- e) Presentar las distintas formas de medición dureza para materiales plásticos, de las escalas específicas y de los instrumentos que para ello se utilizan.

### 3. MATERIALES Y EQUIPO:

A continuación, enumeraremos los materiales y equipos que se utilizaran:

**Figura 1 :** *Durómetro Shore*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

**Figura 2 :** *Sensor Shore*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

**Figura 3 :** *Probetas de Materiales*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

Figura 4 : *Precarga*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

#### 4. Fundamento teórico

##### Importancia de la medición de Dureza

Las pruebas de dureza se utilizan para verificar la calidad de los metales en los tratamientos térmicos, en la recepción de los materiales durante su inspección, en la evaluación de soldaduras y en el análisis de fallas. De aquí la importancia que tiene el conocimiento de los diferentes ensayos de dureza empleados, ya sea como rutina de taller, como laboratorio de inspección o como medio para realizar investigación.

##### - Dureza Rockwell

El método consiste en introducir un penetrador (cono de diamante o bola de acero endurecido), sobre la pieza de trabajo, mediante la aplicación sucesiva de dos cargas preestablecidas y medir la deformación o profundidad de la huella dejada por el penetrador.

##### - Dureza Brinell

Este método de prueba utiliza un penetrador de bola de acero y una vez retirada la fuerza aplicada se mide, mediante un dispositivo óptico, el diámetro de la huella dejada por el penetrador.

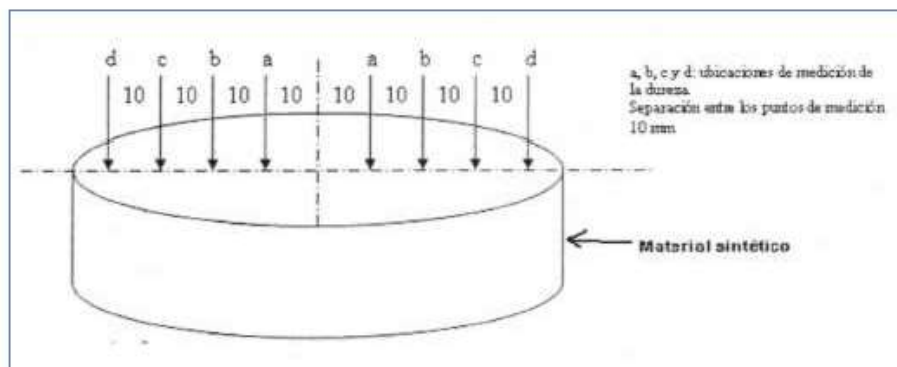
- **Dureza Vickers**

El método consiste en hacer una huella con un penetrador de diamante, en forma de pirámide recta de base cuadrada y medir sus diagonales una vez retirada la fuerza aplicada. La dureza Vickers se define como el cociente de la fuerza de la prueba por el área de la huella.

- **Dureza Shore**

El método consiste en introducir un penetrador cónico aguzado sobre la pieza de trabajo, mediante la aplicación de una carga preestablecida baja. La profundidad de la huella dejada por el penetrador determina la dureza del material. Existe un método Shore alternativo que determina el rebote de una carga determinada cuando impacta una superficie de material. Si el rebote es poco significa que el material presenta una alta penetración y, por consecuencia, se trata de un material de baja dureza. Por el contrario, si el rebote es alto, el material fue deformado mínimamente, y se trataría de un material con mayor dureza.

**Figura 5 : Fuerzas Constantes.**



Fuente: Guía de Laboratorio –Instituto de Educación Superior del Perú.

## 5. Procedimiento

### - Descripción de los métodos a seguir

Los puntos importantes a destacar del método, contemplan las siguientes actividades principales:

**4.1. Reconocer sensorialmente los materiales plásticos que serán ensayados en la experiencia. Reconocer el instrumental y forma de operación para medición de la propiedad en comento.**

Como se puede observar en la imagen 6 encontramos los diferentes de materiales a ensayar, estos materiales son plásticos y se clasifican según a su composición química y a su propiedad física.

Estos materiales se clasificarán de la siguiente manera:

**Figura 6 : Probetas de Materiales**



Fuente: Elaboración Propia

### a. EL CAUCHO:

Es un polímero elástico, cis -1,4-polisopreno, polímero del isopreno o 2 metilbutadieno.  $C_5H_8$  que surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente. La principal fuente comercial de látex son las euforbiáceas, del género *Hevea*, como *Hevea brasiliensis*. Estas no han sido la fuente principal del caucho, aunque durante la Segunda Guerra Mundial, hubo tentativas para usar tales fuentes, antes de que el caucho natural fuera suplantado por el desarrollo del caucho sintético.

**Figura 7 :** *El Caucho*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

### b. ACIDO POLILACTICO (PLA):

El ácido poliláctico o poliácido láctico (PLA) es un polímero o bioplástico constituido por elementos similares al ácido láctico, con propiedades semejantes a las del tereftalato de polietileno (PET) que se utiliza para hacer envases, pero que además puede ser biodegradable bajo ciertas condiciones a temperaturas del orden de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se puede degradar en agua y óxido de carbono.

Los PLAs se producen mediante polimerización por apertura de los anillos de lactidas.

El ácido poliláctico (PLA) se puede producirse a partir del ácido láctico, que puede fermentarse a partir de cultivos como el maíz. Esto lo convierte en un candidato ideal para su uso en ciertas áreas del mundo ricas en energía y pobres en dinero.

**Figura 8 : PLA**



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

### c. POLITETRAFLUOROETILENO:

El Teflón (PTFE) es un polímero similar al polietileno, en el que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos flúor. La fórmula química del monómero, tetrafluoroeteno, es  $CF_2=CF_2$ .

Tanto el PFA como el FEP comparten las propiedades características del PTFE, ofreciendo una mayor facilidad de manipulación en su aplicación industrial.

**Figura 9 : Politetrafluoroetileno**



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

**d. POLIMETILMETACRILATO:**

La lámina de acrílicos se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo y la presentación más frecuente que se encuentra en la industria del plástico es en gránulos ('pellets' en inglés) o en láminas. Los gránulos son para el proceso de inyección o extrusión y las láminas para termo formado o para mecanizado.

**Figura 10 :** *Polimetilmetacrilato*

Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

**e. POLIETILENO:**

El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva  $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$ . Es uno de los plásticos más comunes, debido a su alta producción mundial y a su bajo precio. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  y llamado *eteno* por la IUPAC), del que deriva su nombre.

**Figura 11 :** *Poliétileno*

Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú.

**f. BAQUELITA:**

La baquelita fue la primera sustancia plástica totalmente sintética. Fue también uno de los primeros polímeros sintéticos termoestables conocidos. No conduce la electricidad, es resistente al agua y los solventes, pero fácilmente mecanizable.

**Figura 12 :** *Baquelita*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

**g. POLICLORURO DE VINILO:**

Es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

**Figura 13 :** *Policloruro de Vinilo*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

## DURÓMETRO SHORE

Es una de varias medidas de la dureza de un material. La dureza puede ser definida como resistencia de un material a la penetración permanente. La escala de dureza se define por Albert F. Shore, quien desarrolló un dispositivo de medición llamado una dureza en la década de 1920. El durómetro término se usa a menudo para referirse a la medición, así como el propio instrumento. Durómetro se utiliza normalmente como una medida de la dureza en los polímeros, elastómeros y cauchos.

Figura 14 : *Durómetro Shore*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

### CARACTERISTICAS:

- Permite controlar la dureza de yeso, escayola, cerámicas, goma y plástico de dureza media, etc.
- Fabricado conforme a las tolerancias establecidas por las normas ISO 868, ISO 7619, ASTM D2240, JIS K6301 y DIN 53505.
- Indicación: 0 - 100 HC.
- Lectura: 1 HC.
- Opcional: base porta durómetro BADU-2

- Provisto en estuche plástico.

Figura 15 : *Sensor Shore*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

4.2 Determinación de las dimensiones iniciales y peso de cada probeta, previo al ensayo, siguiendo las indicaciones del profesor. Con estos valores obtener la densidad de cada material.









Materiales	Caucho	Baquelita	Polietileno De alta densidad	Teflón	Vidrio acrílico	Cloruro de vinilo	Ácido Poliláctico
Peso (g)	318	123	371	264	127	80	137
Volumen (cm <sup>3</sup> )	334	87	394	120	106	56	150
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,95	1,4	0,94	2,2	1,19	1,42	0,91

4.3 Realización del ensayo. Con las instrucciones del profesor, el alumno deberá aprender la forma correcta de manipulación del durómetro manual, y realizar las mediciones de dureza siguiendo la matriz de puntos de medición según figura siguiente.

**1º Selección de Penetrador:** Para la adecuada medición de la dureza shore primero debemos elegir el tipo de penetrador como se muestra la figura:

**Figura 16 :** Escalas de Dureza Shore

**ESCALAS DE DUREZA SHORE**

Dureza Tipo	Fuerza de presión	Indentador	Penetración	Espesor de material	Rango de medición	Norma	Aplicación
A	12,5 N		2,5 mm	> 0 mm	10 – 90 < 20 Shore D	DIN 53515 ASTM D2240 ISO 868 ISO 7619	gomas suaves, plásticos, elastómeros
D	50,0 N		2,5 mm	> 0 mm	10 – 90 > 90 Shore A	DIN 53515 ASTM D2240 ISO 868 ISO 7619	gomas duras, termoplásticos
H	12,5 N		2,5 mm	> 5 mm	10 – 90	ASTM D2240	Elastómero duro, Plásticos duros
C	50,0 N		2,5 mm	> 5 mm	10 – 90	ASTM D2240	Elastómeros de dureza media, resinas epoxídicas, superplásticos
DD	50,0 N		2,5 mm	> 5 mm	10 – 90	ASTM D2240	Materiales granulares densos, textiles
O	12,5 N		2,5 mm	> 6 mm	10 – 90	ASTM D2240	Elastómeros muy blandos, resinas, material granular blando
OO	3,984 N		2,5 mm	> 6 mm	10 – 90	ASTM D2240	Espuma, esponja y gel, látex, tejidos blandos
OOO	3,984 N		2,5 mm	> 6 mm	10 – 90	-	Espuma de cuna y gel ultrablandos

Fuente: Guía Laboratorio-Instituto de Educación Superior del Perú

**2º Armado de la máquina y calibración;** Hacemos el armado de la máquina según el orden del manual que se encuentra en laboratorioM1.

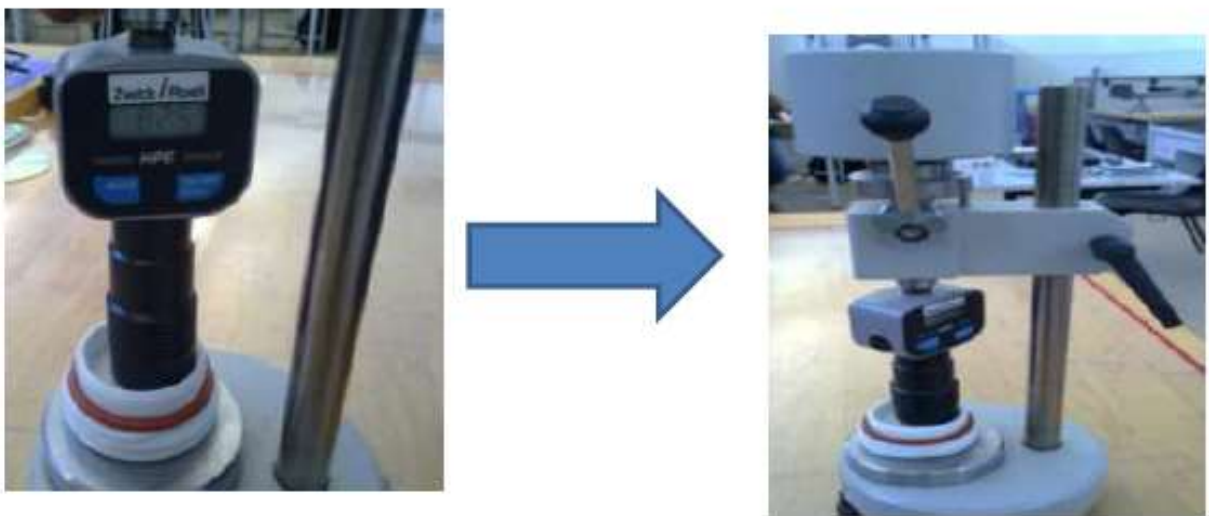
**Figura 17 :** Evidencia N° 1



Fuente: Laboratorio-Instituto de Educación Superior del Perú

**3º Toma de datos;** según el durómetro que sirve para la dureza shore en plásticos debemos tener al realizar las mediciones en diferentes materiales porque al cambiar de materiales que vamos a ensayar tienen diferentes dimensiones por lo tanto debemos conservar la altura que fijamos al inicio o sea es como tener un punto cero para cada material. Unas veces calibradas aplicamos la precarga de 10N y luego una vez que se estabilice colocamos la carga de 50N para verificar la verdadera dureza y resistencia de cada material.

**Figura 18 :** *Evidencia N° 2 – Toma de datos*



Fuente: Laboratorio-Instituto de Educación Superior del Perú

**4º Desarmado y entrega de materiales.**

**Figura 19 :** *Desarmado de Materiales*



Fuente: Laboratorio-Instituto de Educación Superior del Perú

**DUREZA TEORICA DE LOS MATERIALES ENSAYADOS:**

4.4 El alumno deberá registrar la dureza medida para cada probeta, y en cada punto según lo indicado, además de cualquier otro dato que considere de interés para efectos del análisis de los resultados.

**DUREZA SHORE DE LOS MATERIALES ENSAYADOS:**

MATERIAL	VALOR DUREZA	
	CARGA DE 10N	CARGA DE 60N
CAUCHO	48,9 SHORE C	54,4 SHORE C
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	81,5 SHORE C	82,5 SHORE C
TEFLÓN	89,3 SHORE C	91,0 SHORE C
VIDRIO ACRÍLICO	89,6 SHORE C	89,8 SHORE C
ACIDO POLILACTICO	94,0 SHORE C	96,1 SHORE C
BAQUELITA	89,9 SHORE C	90,6 SHORE C
PVC	93,0 SHORE C	97,0 SHORE C
PET	87,1 SHORE C	89,4 SHORE C

Los datos se tomaron de acuerdo a lo que nos indica el durómetro tanto como para la primera carga y la segunda carga, la segunda carga nos ayudo para determinar con exactitud la dureza shore ya que la primera no era la suficiente fuerza para que el penetrador considere una fuerza adecuada en cada material.

**Resultados Obtenidos**

- Como primer dato obtenido seria el reconocimiento y el debido funcionamiento de la maquina y los tipos de penetradores que hay par distintos materiales como ejemplo en este laboratorio se uso Shore C por que son para plásticos.
- Como segundo resulta obtenido será la dureza que tiene cada material esta dureza es medido con un penetrador tipo C.

- Entonces nuestros resultados van de acuerdo al reconocimiento de los materiales, se pueden calcificar de acuerdo a su densidad y a su dureza que tienen cada material como se pudo observar entonces los clasificaremos de la siguiente manera:

Materiales	Densidad baja	Densidad Alta	Dureza Alta	Dureza Media	Dureza Baja
Caucho	✓				✓
Baquelita		✓		✓	
Polietileno De alta densidad	✓			✓	
Teflón		✓		✓	
Vidrio acrílico		✓		✓	
Cloruro de vinilo		✓	✓		
Ácido Polilactico	✓		✓		

### APLICACIÓN EN LAS INDUSTRIAS.

La importancia de la medición de dureza, es que estas pruebas se utilizan para verificar la calidad de los elastómeros, en la recepción de los materiales durante su inspección, en la evaluación de los procesos de manufactura y en el análisis de fallas. Los ingenieros sobrevaloran en general el valor del ensayo de dureza, tal vez por ser el único control que pueden realizar a los artículos de caucho que compran y con frecuencia especifican rangos de dureza demasiado estrechos e innecesarios.

- Entonces nuestros resultados van de acuerdo al reconocimiento de los materiales, se pueden clasificar de acuerdo a su densidad y a su dureza que tienen cada material como se pudo observar entonces los clasificaremos de la siguiente manera:

Materiales	Densidad baja	Densidad Alta	Dureza Alta	Dureza Media	Dureza Baja
Caucho	✓				✓
Baquelita		✓		✓	
Polietileno De alta densidad	✓			✓	
Teflón		✓		✓	
Vidrio acrílico		✓		✓	
Cloruro de vinilo		✓	✓		
Ácido Polilactico	✓		✓		

#### APLICACIÓN EN LAS INDUSTRIAS.

La importancia de la medición de dureza, es que estas pruebas se utilizan para verificar la calidad de los elastómeros, en la recepción de los materiales durante su inspección, en la evaluación de los procesos de manufactura y en el análisis de fallas. Los ingenieros sobrevaloran en general el valor del ensayo de dureza, tal vez por ser el único control que pueden realizar a los artículos de caucho que compran y con frecuencia especifican rangos de dureza demasiado estrechos e innecesarios.

## ANEXO 13: INFORME DE LABORATORIO DE PRUEBA DE TRACCIÓN ACERO 1070 SAE

### INFORME ENSAYO DE TRACCIÓN

De : TECSUP N° 2

Para : [REDACTED]

Asunto: ENSAYO DE TRACCIÓN A PROBETA DE MATERIAL ACERO SAE 1070

Fecha : 08-03-2018

---

El día 08 de Marzo del 2018 se atendió el pedido de la empresa [REDACTED], solicitando los servicios de Ensayo de Tracción para 01 probeta de material acero SAE 1070 de  $\phi 1''$

La probeta de tracción de acero SAE de  $\phi 1''$ , fue proveído y maquinada por el cliente, y las dimensiones se encontraban dentro de lo establecido en la norma ASTM – E 8.

En el presente documento, se presentarán en anexos:

a) Informes generados por el propio software de la máquina de ensayo de tracción Zwick Roell Z050.

- Número total de hojas de este informe: 05.

➤ **ALCANCE**

Determinar la resistencia a la tracción del acero SAE 1070, a través de las probetas proporcionados por el cliente.

**A. MAQUINA DE ENSAYO DE TRACCIÓN: Zwick Roell Z050**

- Rango de medición: De 0 a 50 kN
- Precisión de medición: 0,1kN

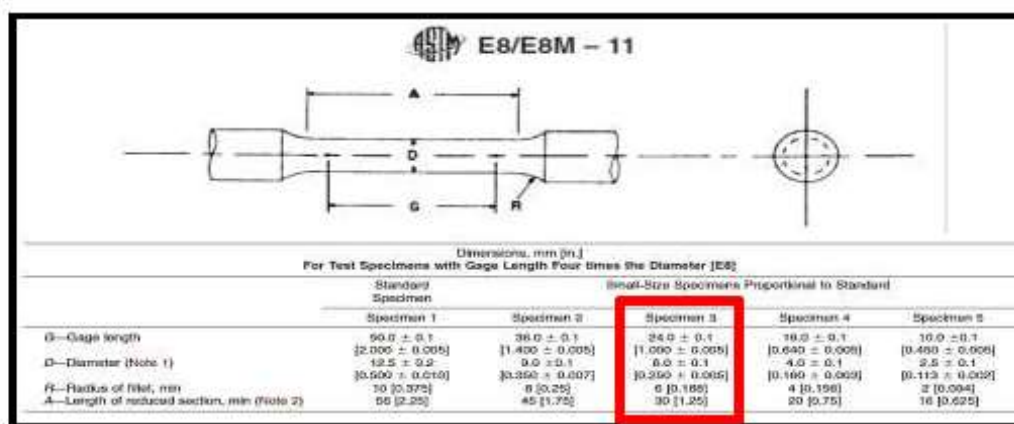
**Figura 1 :** (a-b): Máquina de Tracción 50 kN - Precisión 1kN



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

**B. Norma Aplicable: ASTM E 8**

**Figura 2 :** Norma ASTM E8



Fuente: Norma ASTM E8



## RESULTADOS:

- **Probeta PB 1:** Se obtuvo una resistencia a la tracción máxima de 495 MPa, un % de deformación de 26.2 y un límite de fluencia de 371 Mpa máxima, presenta una fractura dúctil. Probeta obtenida de acero SAE 1070

**Figura 3 :** *Fotografía de probeta P1 , después del ensayo*




Fuente : Instituto de Educación Superior del Perú



ANEXO-1

Probeta PB 01: ASTM SAE 1070


08.03.18

---

### Informe de ensayos

Cliente	: HyR	Tipo de probeta	:
Orden-N°.	: 001/2018	Pretratamiento	:
Norma de ensayo	: ASTM E8	Analista	: Ignacio Mamani
Tipo e identificación	: Probeta Redonda	Observación	:
Material	: Acero	Datos máquina	: Zwick Roell
Toma de la muestra	:		

Precarga	: 2	MPa	Velocidad en la zona de fluencia	: 0.00025	1/s
Velocidad módulo-E	: 60	MPa/s	Velocidad de ensayo	: 0.008	1/s
Velocidad límite de fluencia	: 60	MPa/s			

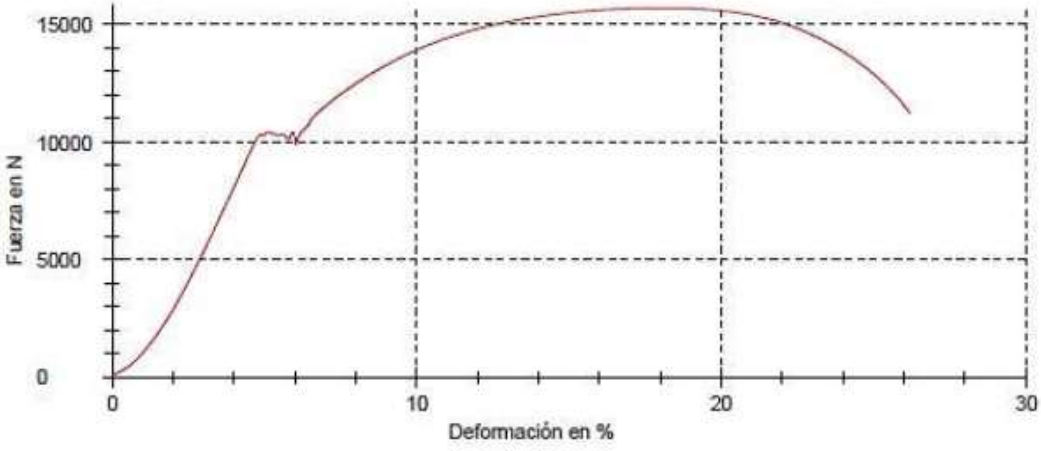
  

#### Resultados de ensayo:

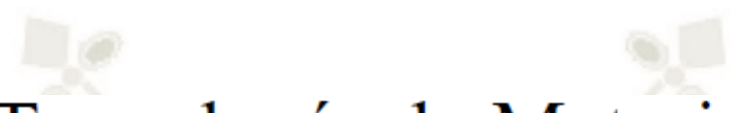
Nr	E GPa	R <sub>0,2</sub> MPa	R <sub>eH</sub> MPa	A <sub>e</sub> %	R <sub>eL</sub> MPa	R <sub>m</sub> MPa	A <sub>g</sub> %	A <sub>gt</sub> %	R <sub>s</sub> MPa	A <sub>t</sub> %	d <sub>0</sub> mm	S <sub>0</sub> mm <sup>2</sup>
1	5.65	371	329	0.9	313	495	8.9	18.1	354	26.2	6.35	31.67

#### Gráfico Serie:



**ANEXO 14: INFORME DE LABORATORIO DE PRUEBA DE IMPACTO ACERO  
1070 SAE.**



# Tecnología de Materiales

Informe de laboratorio N<sup>o</sup> 12

“Ensayo Dureza de  
Materiales Metálicos”



## I. OBJETIVOS

Evaluar la resistencia del a rotura de los aceros, mediante ensayos de impacto

## II. RECURSOS

### 2.1 Herramientas e instrumentos:

**Figura 1 :** *Péndulo de impacto de ZwickRoell para metales*



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/zwick/mazas-pendulos-para-pruebas-seg-on-charpy-izod-y-brugger-15660-220569.html>

### 2.2 Materiales y/o probetas

Probetas de:

02 Acero SAE 1020 y 1070

02 Aluminio

02 Bronce

**Figura 2 : Probeta**



Fuente: Elaboración propia

### III. INDICACIONES

- Los ensayos se desarrollan en grupos de 4 o 5 participantes
- Lea las instrucciones del equipo antes de utilizarlo
- Realice las pruebas correspondientes a los materiales asignados
- Anote las mediciones realizadas en su hoja de resultados
- Realizar los gráficos de los materiales para comparar los valores obtenidos
- Resuelva el test y formule las conclusiones correspondientes.
- Devuelva los equipos e instrumentos en orden, y realice la limpieza correspondiente.

### IV. MARCO TEORICO

La tenacidad es una medida de la cantidad de energía que un material puede absorber antes de fracturar. Evalúa la habilidad de un material de soportar un impacto sin fracturarse.

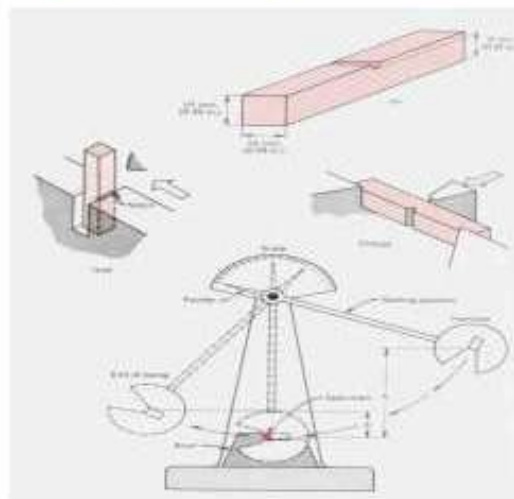
Esta propiedad se valora mediante una prueba sencilla en una máquina de ensayos de impacto. Hay dos métodos diferentes para evaluar esta propiedad. Se denominan ensayos de Charpy y ensayo de Izod. La diferencia entre los dos radica en la forma como se posiciona la muestra. La probeta que se utiliza para ambos ensayos es una barra de sección transversal cuadrada dentro de la cual se ha realizado una talla en forma de V.

Esta probeta se sostiene mediante mordazas paralelas que se localizan de forma horizontal en el ensayo tipo Charpy y de forma vertical en el ensayo

tipo Izod. Se lanza un pesado péndulo desde una altura  $h$  conocida, este péndulo golpea la muestra al descender y la fractura. Si se conoce la masa del péndulo y la diferencia entre la altura final e inicial, se puede calcular la energía absorbida por la fractura.

El ensayo de impacto genera datos útiles cuantitativos en cuanto a la resistencia del material al impacto. Sin embargo, no proporcionan datos adecuados para el diseño de secciones de materiales que contengan grietas o defectos. Este tipo de datos se obtiene desde la disciplina de la Mecánica de la Fractura, en la cual se realizan estudios teóricos y experimentales de la fractura de materiales estructurales que contienen grietas o defectos preexistentes.

**Figura 3 : Probeta**



Fuente: [es.scribd.com/doc/57251271/Practica-n-6-charpy](https://es.scribd.com/doc/57251271/Practica-n-6-charpy)

- **Ensayo de tenacidad.**

La fractura de un material comienza en el lugar donde la concentración de tensión es lo más grande posible, como lo es la punta de una grieta. Supóngase una muestra de forma de placa bajo tensión uniaxial que contiene una grieta en el borde o en su interior. La tensión en la grieta es mayor en la punta de la grieta.



## V. DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este tipo de ensayo determina la fragilidad o capacidad de un material de absorber cargas instantáneas por el trabajo necesario para producir la fractura de la probeta de un solo impacto, el que se refiere a la unidad de la sección para obtener lo que se denomina resiliencia.

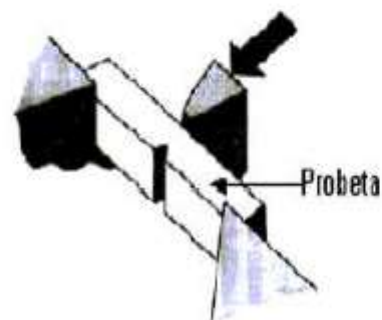
En los ensayos de choque se busca la más severa condición, para lo que se hace en entalladura, que al generar un estado compuesto de tensiones disminuye aun más su plasticidad.

Otra aplicación de este ensayo es comprobar los distintos grados de revenido, como también verificar el correcto recocido o forjado.

### 5.1.Métodos de ensayos

5.1.1.Método de CHARPY: El ensayo consiste en romper de un solo golpe, con un martillo pendular, una probeta entallada simplemente apoyada en sus extremos.

Figura 6 : Muestra del procedimiento de impacto



Fuente: <http://www.slideshare.net/tango67/ensayo-de-impacto>

Extraído de: Método IZOD: El ensayo consiste en romper de un solo golpe, con un martillo pendular, una probeta en voladizo y en

posición vertical, siendo asegurada por la mesa de apoyo de modo tal que la entalladura quede en el plano de las mordazas.

## 5.2. Máquina de ensayo:

La máquina de choque consiste en un cuerpo de fundición, el péndulo propiamente dicho con los rodamientos de baja fricción, y el brazo soporte con el dispositivo de seguridad para el desembague.

Al cuerpo del péndulo están fijados los soportes para la probeta. Existe un dispositivo para la alineación de las probetas.

Al centro de la máquina de ensayo se encuentra escala sobre la que se dispone una aguja de medida y otra de máxima de forma que la energía de impacto consumida por la probeta puede ser directamente leída en Jules.

El martillo pendular es de  $G=20$  kgf y se deja caer desde una altura de 1.5 metros.

El peso del péndulo se determina mediante pesada, colocándolo en posición tal que el plano horizontal contiene al eje de rotación coincide con el borde del martillo y este descansa sobre el plato de la balanza.

La energía de impacto máxima es de 300 Jules. La energía de impacto del péndulo se calcula teniendo en cuenta la distancia  $r$  entre el centro de choque y el eje del péndulo, el peso  $G$  y el ángulo de caída  $\beta$ .

$$E = G \cdot r \cdot (L - \cos\beta)$$

Figura 7 : Muestra del procedimiento de impacto



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/zwick/mazas-pendulos-para-pruebas-según-charpy-izod-y-brugger-15660-220569.html>

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$V = 5.42 \text{ m/seg}$$

$$g = 9.80665 \text{ m/seg}^2$$

$$h = \text{altura}$$

### 5.3. Antes de iniciar el ensayo, llene las instrucciones de seguridad sobre el OPERADOR:

#### 5.3.1. Señales de trabajo en el manual de instrucción

El manual de instrucciones marca las funciones que pueden contener los riesgos de lesiones para el sistema operativo o de peligro para un dispositivo con las palabras de advertencia, como se indica a continuación. Estas funciones sólo pueden realizarse por personal capacitado de operación con el debido cuidado y diligencia.

#### *Peligro*

Indica una situación de peligrosa inmediata que, de no evitarse, puede resultar en lesiones graves.

#### *Advertencia*

Indica una situación potencialmente peligrosa que, de no evitarse, puede resultar en lesiones menores o moderadas.

#### *Precaución*

Posibles situaciones de peligro en el que el sistema de prueba o un objeto en la vecindad podrían dañarse

### 5.3.2. Personal

Una diferenciación se hace en este manual de instrucciones entre el usuario y el personal operativo

Usuario: personal responsable con autoridad para dar instrucciones

Personal de operación: las personas que trabajan en el sistema de prueba

### 5.3.3. Operador

La máquina sólo puede ser implementada en el uso diario, si todas las medidas necesarias se toman. Determinar las responsabilidades en materia de personal de operación:

- Funcionamiento
- Configuración
- Mantenimiento y reparaciones

Zwick ofrece formación y enseñanza sobre los temas mencionados.

## 5.4. Procedimiento operativo de ensayo

Ejecución del ensayo según el método CHARPY para metales:

**Planilla de registro de resultados metales**

Ensayo de choque – método de Charpy

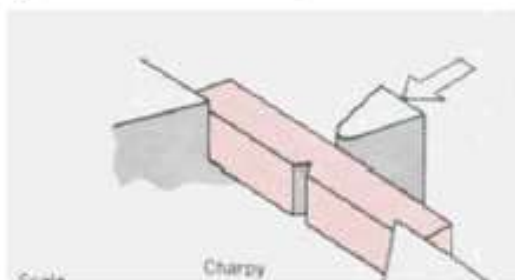
**I- Laboratorio: MI**

**II- Normas consultadas:ASTM D 6110E – 23**

**III- Maquina empleada:Pendulum impacttester (Zwick/ Roell)**

**IV- Forma de la entalladura de la probeta (hacer croquis)**

*Figura 8 : Muestra del procedimiento de impacto*



Fuente: Elaboración propia

- Ensayo a temperatura ambiente 20°C

*Figura 9 : Imagen de las probetas ensayadas a 20 °C*



Fuente: Elaboración propia

Acero SAE 1070: fractura dúctil

Aluminio: No hubo fractura

Bronce: Fractura frágil

$$\text{Resiliencia: } K = \frac{E_o}{S} \text{ (Energía absorbida / Sección útil de la probeta)}$$

## V- RESULTADOS

*Tabla N° 1: Ensayo a temperatura ambiente 20°C*

Descripción	Probeta Acero SAE 1070 - 1	Probeta Acero SAE 1020 - 1	Aluminio	Bronce
Dimensiones de la probeta	0.06m	0.06m	0.06m	0.06m
Energía máxima $E_1$	300 J	300 J	300 J	300 J
Angulo de elevación $\beta$	151.5°	151.5°	151.5°	151.5°
Energía de impacto Absorbida $E_o$	200 J	186 J	234 J	286 J
Resiliencia	3875217.98 J/m <sup>2</sup>	3603952.72 J/m <sup>2</sup>	1721981.01 J/m <sup>2</sup>	4766666.67 J/m <sup>2</sup>

Calculo para el acero:

Péndulo longitud L

$$\begin{aligned} h &= L(1 - \cos\alpha) \\ &= 1500 \text{ mm} \end{aligned}$$

Energía potencial de impacto  $A_p$ :

$$A_p = F * h$$

$$300 J = 200(N) * 1.5(m)$$

$$F = \text{fuerza del peso}$$

$$h = \text{altura de lanzamiento}$$

Energía absorbida por el impacto

$$A_o = A_p - A_U \text{ en joule}$$

$$A_o = 300 - 100 (J)$$

$$A_o = 200 (J)$$

Resiliencia

*Resiliencia: K*

$$= \frac{E_o}{S} (\text{Energía absorbida / Sección útil de la probeta})$$

$$\text{Resiliencia: } K = \frac{200 J}{51.61 \times 10^{-6} m^2}$$

$$K = 3875217.98 \text{ J/m}^2$$

$$S = l \times l \text{ m}^2$$

$$S = 7.94 \times 6.5 \text{ mm}^2$$

$$S = 51.61 \times 10^{-6} m^2$$

Tabla N° 2: Ensayo a temperatura ambiente 310°C

Descripción	Probeta Acero SAE 1070 - 1	Probeta Acero SAE 1020 - 1	Aluminio	Bronce
Dimensiones de la probeta	0.06m	0.06m	0.06m	0.06m
Energía máxima $E_1$	300 J	300 J	300 J	300 J
Angulo de elevación $\beta$	151.5°	151.5°	151.5°	151.5°
Energía de impacto Absorbida $E_o$	192 J	200 J	140 J	284 J
Resiliencia	3720209.26 J/m2	3875217.98 J/m2	1030245.051 J/m2	4733333.33 J/m2

Calculo para el aluminio:

Péndulo longitud L

$$h = L(1 - \cos\alpha)$$

$$= 1500 \text{ mm}$$

Energía potencial de impacto  $A_p$ :

$$A_p = F * h$$

$$300 \text{ J} = 200(N) * 1.5(m)$$

$F = \text{fuerza del peso}$

$h = \text{altura de lanzamiento}$

Energía absorbida por el impacto

$$A_o = A_p - A_U \text{ en joule}$$

$$A_o = 300 - 160 (J)$$

$$A_o = 1400 (J)$$

Resiliencia

Resiliencia:  $K$

$$= \frac{E_o}{S} (\text{Energía absorbida / Sección útil de la probeta})$$

$$\text{Resiliencia: } K = \frac{140 \text{ J}}{135.89 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$K = 1030245.051 \text{ J/m}^2$$

$$S = l \times l \text{ m}^2$$

$$S = 12.7 \times 10.7 \text{ mm}^2$$

$$S = 135.89 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Tabla N° 3 : Ensayo a temperatura ambiente 400°C

Descripción	Probeta Acero SAE 1070 - 1	Probeta Acero SAE 1020 - 1	Aluminio	Bronce
Dimensiones de la probeta	0.06m	0.06m	0.06m	0.06m
Energía máxima $E_1$	300 J	300 J	300 J	300 J
Angulo de elevación $\beta$	151.5°	151.5°	151.5°	151.5°
Energía de impacto Absorbida $E_o$	244 J	252 J	126 J	283 J
Resiliencia	4727765.94 J/m2	4882774.656 J/m2	927220.55 J/m2	4716666.67 J/m2

Calculo para el bronce:

Péndulo longitud L

$$h = L(1 - \cos\alpha)$$

$$= 1500 \text{ mm}$$

Energía potencial de impacto  $A_p$ :

$$A_p = F * h$$

$$300 J = 200(N) * 1.5(m)$$

$$F = \text{fuerza del peso}$$

$$h = \text{altura de lanzamiento}$$

Energía absorbida por el impacto

$$A_o = A_p - A_v \text{ en joule}$$

$$A_o = 300 - 17(J)$$

$$A_o = 283 (J)$$

Resiliencia

Resiliencia:  $K$

$$= \frac{E_o}{S} (\text{Energía absorbida / Sección útil de la probeta})$$

$$\text{Resiliencia: } K = \frac{90 J}{60x 10^{-6}m^2}$$

$$K = 4716666.67 J/m^2$$

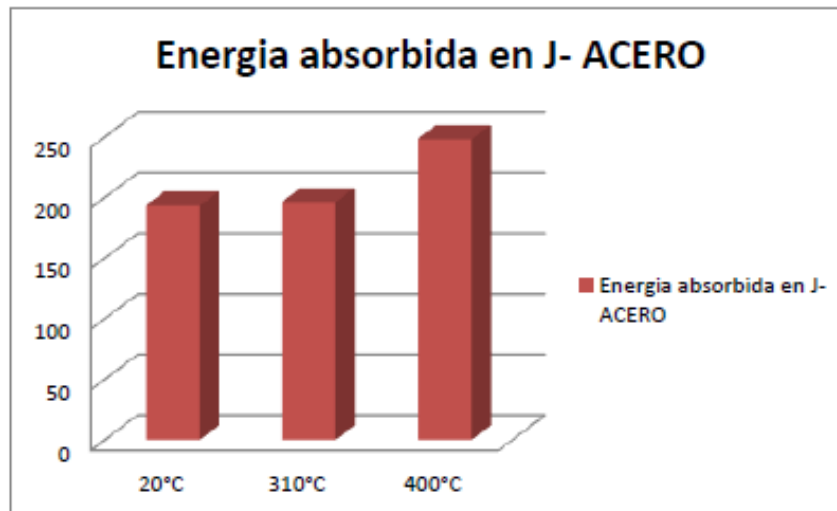
$$S = \pi r^2 m^2$$

$$S = 4.5^2 \pi mm^2$$

$$S = 60x 10^{-6}m^2$$

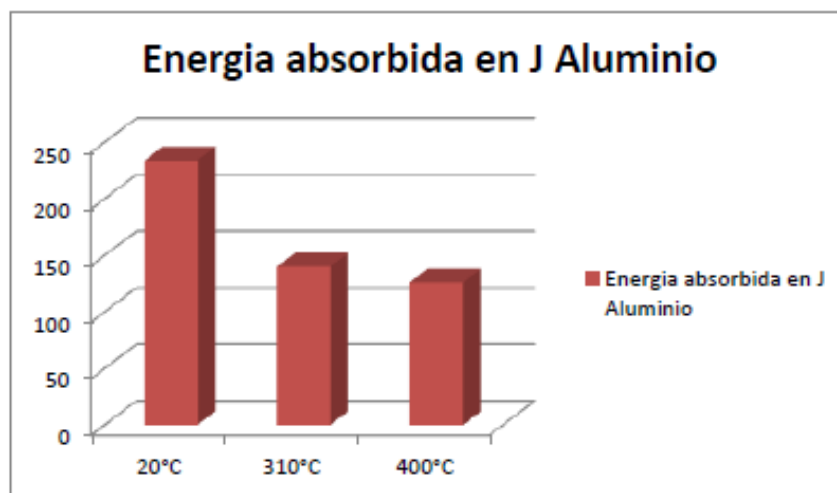
## VI- GRÁFICA ENERGÍA ABSORBIDA-MATERIAL ENSAYADO

Figura 12 : Gráfica de la energía absorbida Vs temperatura para el acero



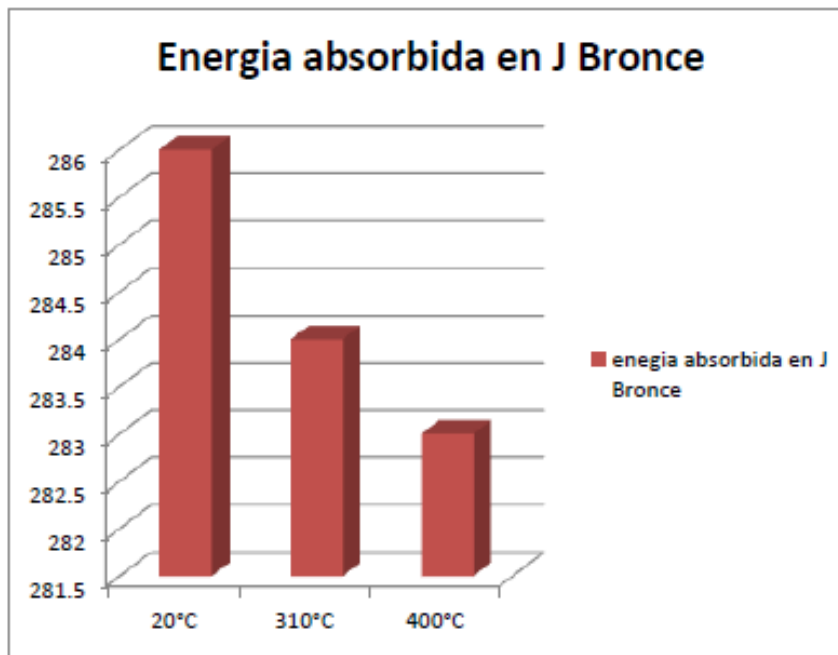
Fuente: Elaboración propia

Figura 13 : Gráfica de la energía absorbida Vs temperatura para el aluminio.



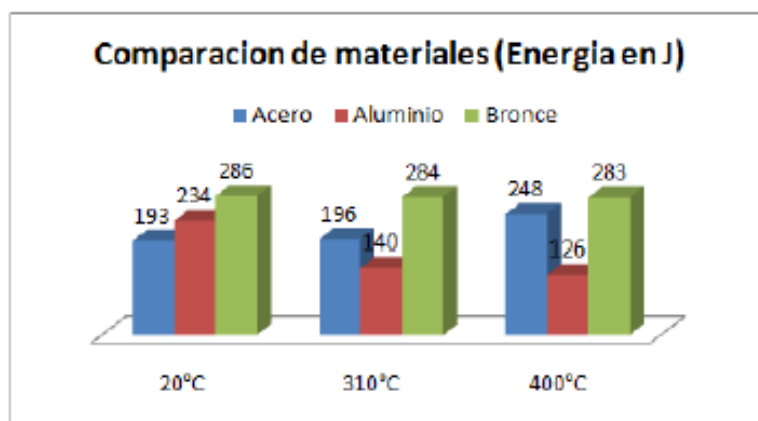
Fuente: Elaboración propia

Figura 14 : Gráfica de la energía absorbida Vs temperatura para el bronce



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 : Gráfica de la comparación de la tensión según la prueba de impacto de los materiales ensayados



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15: INFORME DE LABORATORIO DE PRUEBA DE DUREZA ACERO 1070  
SAE

# Tecnología de Materiales

## Informe de laboratorio N° 8

### “Ensayo Dureza de Materiales Metálicos”

# INFORME

## INTRODUCCION

La dureza es la oposición que ofrecen los materiales a la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes entre otras cosas. También puede definirse como la cantidad de energía que absorbe un material ante un esfuerzo antes de romperse o deformarse. En metalurgia la dureza se mide utilizando un durómetro para el ensayo de penetración. Dependiendo del tipo de la punta empleada y del rango de cargas aplicadas. Existen diferentes escalas adecuadas para distintos rangos de dureza. La importancia de la determinación de la dureza en los aceros parte de la relación que existe entre la dureza y la resistencia mecánica, siendo un método de ensayo más económico y rápido que el ensayo de tracción, por lo que tiene un mayor uso en el ámbito industrial. Hasta la aparición de la primera máquina Brinell para la determinación de la dureza, esta se media de forma cualitativa empleando una lima de acero templado que era el material más duro que se empleaba en ese tiempo en los talleres. Actualmente tenemos: dureza Brinell, dureza Knoop, dureza Rockwell, dureza Shore entre otras, debido a esto existen equivalencias entre las mismas. En los últimos años han entrado al mercado equipos electrónicos de medición de dureza muy precisos que están reemplazando a las antiguas máquinas de medición. En este laboratorio utilizaremos el equipo electrónico de medición Equotip, para determinar la dureza de materiales como el acero, el aluminio, el bronce y fundición para luego realizar una medición con la máquina Brinell, comparar resultados y sacar conclusiones acerca de la similitud o no de los ensayos.

## DUREZA DE METALES

### DUREZA DE METALES CON LA TÉCNICA DINAMICA DE REBOTE

#### I. OBJETIVOS

Realizar el ensayo de dureza superficial de un acero por la técnica de dureza de Leeb (HL) mediante el método de rebote según Leeb.

Realizar las conversiones en el equipo de determinados valores de dureza de Leeb a otros valores de dureza (estática) como: de dureza Brinell (HB), Vickers (HV), Rockwell (HRA, HRB, HRC), Shore, (HS) para metales y resistencia a la tracción del acero ( $R_m$ )

#### II. RECURSOS

- Herramientas
- Durómetro portátil EQUOTIP 3
- Materiales y/o probetas
- Probetas de acero SAE 1070
- Otros

**Figura 1 :** *Probetas de Ensayo*



Fuente: Guía de Instituto de Educacion Superior en Peru.

## INDICACIONES

El durómetro EQUOTIP está diseñado para realizar pruebas en materiales metálicos cuya dureza varía entre valores muy bajos y muy altos. La prueba de dureza se puede realizar directamente en el lugar y en cualquier posición. Los instrumentos EQUOTIP generalmente se utilizan para realizar pruebas en piezas de trabajo grandes y pesadas, que solo se pueden transportar con gran dificultad a la máquina de prueba de laboratorio. El dispositivo es ideal para aquellas aplicaciones en que la prueba de dureza estándar de muescas no es factible o no es posible económicamente.

El durómetro EQUOTIP 3 consta de un dispositivo indicador y de un dispositivo de impacto. La medición se basa en el método de prueba de dureza Leeb. Este método se utiliza para medir la dureza de las superficies materiales dentro de un amplio rango de durezas de manera rápida e independiente.

La unidad se muestra en las escalas de dureza de:

- Leeb (HV)
- Vickers (HV)
- Brinell (HB)
- Rockwell (HRA, HRB, HRC)
- Shore (HS)
- Resistencia a la tracción del acero (Rm)

**Figura 2 :** *Durómetro EQUOTIP 3*



Fuente: <http://shop-usa.proceq.com>

- 1 LED de estado
  - 2 Tecla ON / OFF (encendido / apagado)
  - 3 Puertos de conexión
  - 4 Pantalla LCD
  - 5 Tipo de dispositivo de impacto D
- Teclado
- Descripción funcional del dispositivo de impacto

El dibujo muestra el estado del dispositivo en el momento de activar el impacto (dispositivo de impacto cargado / listo para el impacto).

El dispositivo no es una pieza que el usuario puede reparar. El dibujo debe considerarse solo a modo de referencia para conocer su funcionamiento.

**Figura 3 :** *Sensor de dureza por rebote*



Fuente: <http://www.e-vaccaro.com.ar>

### Método de medición

El método es un método dinámico que se basa en el principio de medición de energía. La razón entre la velocidad de rebote  $v_r$  y la velocidad de impacto  $v_i$  multiplicada por 1000 da como resultado el valor de la dureza HL (dureza Leeb). HL es una medida directa de la dureza.

En la medición con EQUOTIP 3, se dispara un cuerpo de impacto de punta dura por medio de la energía de resorte, contra la muestra cuya dureza se desea medir y este cuerpo luego rebota. Durante el impacto, el imán, que esta permanentemente integrado al cuerpo del impacto, atraviesa una bobina en la cual se genera un voltaje de inducción debido al movimiento hacia adelante y hacia atrás. Este voltaje es proporcional a las velocidades. Las velocidades de impacto y de rebote se miden cuando la punta del cuerpo de impacto esta aproximadamente a 1 mm (0.04 in) de distancia de la muestra que se mide. La señal de medición se convierte a un valor de dureza mediante el sistema electrónico de la unidad, se muestra en la pantalla y se almacena en la memoria (si el instrumento esta configurado para realizar el almacenamiento de los datos)

### Rangos de medición

La unidad básica EQUOTIP 3 se puede combinar con todos los dispositivos de impacto para satisfacer sus necesidades de prueba específicas. Se dispone de dispositivos de impacto especiales para su utilización en espacios reducidos donde la geometría de los componentes o el acabado de la superficie tienen características particulares

Figura 4 : Sensor de dureza por rebote Conversiones de HL a otras escalas de dureza.

Grupo de materiales*	Método de prueba de dureza	Dispositivo de impacto					
		D/DC	DL	G	E	S	C
<b>1 Acero y acero de fundición</b>							
Vickers	HV	81-950	60-950		84-1211	101-960	80-1012
Brinell	HB	81-654	61-646	90-846	85-886	101-640	81-604
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	271-2193	271-2193	271-2193	271-2193	271-2193	271-2193
	$\sigma 1$	019-1477	619-1477	619-1477	619-1477	619-1477	619-1477
	$\sigma 2$	451-846	451-846	451-846	451-846	451-846	451-846
Rockwell	HRC	20-68	21-68		20-72	22-70	20-70
	HRB	38-100	37-100	48-100			
	HRA				61-88	61-88	
Shore	HD	30-100	31-97		30-103	28-103	30-102
<b>2 Acero para herramientas de trabajo en frío</b>							
Vickers	HV	60-900	60-905		62-1009	104-824	60-942
Rockwell	HRC	21-67	21-67		23-70	21-68	20-67
<b>3 Acero inoxidable y acero resistente a altas temperaturas</b>							
Vickers	HV	85-802			87-601	110-634	
Brinell	HB	85-656			88-698	105-656	
Rockwell	HRC	20-62			19-64	21-64	
	HRB	47-102			49-102	70-104	
<b>4 Hierro fundido con grafito laminar GG</b>							
Brinell	HB	90-664		90-328			
Vickers	HV	90-899					
Rockwell	HRC	21-69					
<b>5 Hierro fundido con grafito nodular GGG</b>							
Brinell	HB	95-687		127-304			
Vickers	HV	90-724					
Rockwell	HRC	21-61					
<b>6 Aleaciones de aluminio fundido</b>							
Brinell	HB	10-164		19-186	23-176	20-184	21-167
Vickers	HV					22-196	
Rockwell	HRB	24-85		24-86			23-85
<b>6.1 Alu-AN 40</b>							
Brinell	HB	31-176					
<b>7 Aleaciones de cobre/cinc (latón)</b>							
Brinell	HB	40-170					
Rockwell	HRB	14-05					
<b>8 Aleaciones de cobre-aluminio/cobre-estaño (bronce)</b>							
Brinell	HB	60-290					

Fuente: Guía de Instituto de Educación Superior en Perú.

### Ejemplos de aplicaciones

Pruebas de dureza sobre maquinas ya armadas o sobre construcciones de fundición y acero, por ejemplo, en piezas de trabajo grandes y pesadas o en piezas de sistemas instalados en forma permanente.

Pruebas rápidas en numerosos puntos de medición para examinar la dureza en superficies de grandes dimensiones.

Medición de control para determinar con rapidez el resultado de un tratamiento térmico específico, por ejemplo en procesos de recocido o revenido o templado.

Pruebas de piezas de trabajo en las cuales el tamaño de la muesca en los bordes filosos debe ser lo mas pequeño posible, por ejemplo, en rodillos o superficies esmeriladas de piezas maquinadas.

Pruebas automáticas de dureza en piezas producidas en serie durante la operación de la fabricación, por ejemplo, en la industria automotriz.

### Para evitar mediciones incorrectas:

Verifique que la superficie de la pieza de trabajo este limpia, lisa y seca.

Controle que la muestra esta fija y que no este sujeta a vibraciones durante la prueba (debido al funcionamiento dinámico del método de prueba de dureza). Las piezas de poco espesor se debe sujetas de manera especial (consulte la pagina 106 del manual).

Utilice muestras que tengan grandes dimensiones o suficiente masa.

Recomendaciones: realice de 3 a 5 impactos, como mínimo, en espacios de al menos 3 a 5 mm (0.12 a 0.20 in) en cada punto de medición (consulte la pagina 114 del manual) y utilice en promedio de los valores individuales.

No realice el impacto en un área que haya sufrido deformaciones a causa de un impacto anterior. La rugosidad del acabado de la superficie no debe exceder los siguientes valores:

Tipo de dispositivo de impacto	Medida de rugosidad	
		Rt
D, DC, DL, E	10.0 $\mu\text{m}$ /400 $\mu\text{in}$	2.0 $\mu\text{m}$ /80 $\mu\text{in}$ = N7
G	30.0 $\mu\text{m}$ /1200 $\mu\text{in}$	7.0 $\mu\text{m}$ /275 $\mu\text{in}$ = N9
C	2.5 $\mu\text{m}$ /100 $\mu\text{in}$	0.4 $\mu\text{m}$ /16 $\mu\text{in}$ = N5

**Simbolos:**

Rt = Profundidad de rugosidad (DIN 4762)

Ra = Valor medio de rugosidad (Alemania)

CLA = Valor medio en línea central (Gran Bretaña)

AA = Promedio aritmético (EE.UU)

N5, N7, N9 = Clasificación de rugosidad según ISO/R 1302

**USO DEL EQUIPO**

Preparación de la muestra

- **Peso y espesor de la pieza de prueba**

Coloque las muestras de menos de 5kg (11lb) sobre una base solida de manera que no se muevan ni se balanceen a causa del impacto.

Las muestras que pesan entre 0.1 y 2kg (0.2 y 4.4 lb) se deben acoplar firmemente a una base inmóvil, por ejemplo, una placa base pesada.

A pesar de la baja masa del cuerpo de impacto y de la baja energía de impacto, se genera una fuerza de impacto relativamente grande y de corta duración cuando el cuerpo de impacto choca contra la superficie de medición.

- **Acoplamiento**

Se deben cumplir los siguientes requisitos:

Las superficies de contacto de la muestra y de la placa base deben estar niveladas, planas y lisas.

El impacto se debe ejecutar en dirección perpendicular a la superficie acoplada.

Tipos de dispositivos de impacto	Espesor mínimo de la muestra para el acoplamiento
D, DC, DL, E	3 mm/1/8 in
G	10 mm/1/2.5 in
C	1 mm/1/25 in

- **Procedimiento de acople**

- Aplique una capa fina de pasta sobre la superficie de contacto de la muestra
- Aplicación de la pasta para el acoplamiento
- Presione la muestra con firmeza contra la placa base y distribuya la pasta con movimientos circulares.
- El proceso de acoplamiento se habrá realizado correctamente si no hay contacto metálico entre las piezas.
- Frotamiento de ambas piezas
- Ejecute el impacto en dirección vertical sobre la muestra (consulte la pagina 112)
- El acoplamiento asegura una unión rígida entre las dos piezas, la ausencia de tensión de superficie sobre la muestra y, en consecuencia, valores de prueba más fiables.
- Las muestras que no están lo suficientemente acopladas producen grandes variaciones en las mediciones individuales, valores L demasiado altos y un ruido metálico característico cuando se produce el impacto de la punta de la prueba.

- **Activación del impacto**

- Oprima el tubo de carga con cuidado hasta que perciba el contacto.
- Deje que el tubo vuelva lentamente a la posición de inicio.
- El dispositivo ahora está listo para efectuar la prueba de dureza.

- **Carga**

Sostenga el dispositivo de impacto cerca del anillo de soporte y colóquelo con firmeza sobre la superficie de la prueba.

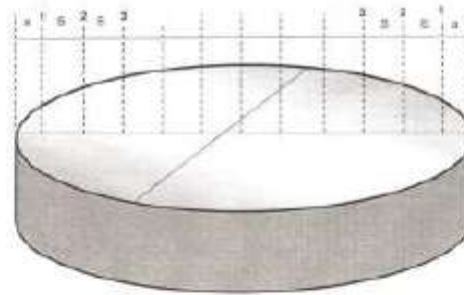
- **Posicionamiento**

- Active el impacto ejerciendo una leve presión sobre el botón de liberación (preste atención para no comprimir el resorte).
- El plato de captura libera el cuerpo de impacto y aterriza sobre la superficie de prueba con una energía definida. En la pantalla, se muestra de inmediato el resultado en la escala de dureza seleccionada.
- Si el dispositivo indicador ha estado anteriormente en el modo en espera (pantalla vacía), estará listo para la operación nuevamente debido al proceso de medición (no se muestra en pantalla un valor medido).
- Repita el procedimiento para el impacto siguiente.
- Una vez cerrada la serie de medición, las estadísticas se calculan automáticamente y el resultado aparece en pantalla.

- **Toma de durezas**

Realizar la toma de durezas de la pieza que se muestra, esta ha pasado por un proceso de temple y lo que se requiere es evaluar si este proceso es un proceso con resultados dentro de los parámetros de calidad.

Figura 5 : Fuerzas Constantes.



Fuente: Guía de Instituto de Educación Superior en Perú.

- Espacio mínimo entre los puntos de impacto

Tipos de dispositivo de impacto	S		a	
	Mm	In	mm	in
D/DC, DL, E	3	1/8	5	1/5
G	4	1/6	8	1/3
C	2	1/12	4	1/6

La desviación estándar del proceso se puede calcular a partir del rango promedio, utilizando el coeficiente  $d_2$ , que depende del número de mediciones:

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Con esto podemos calcular los Límites de Control para el grafico de X:

$$\text{Linea central} = \bar{X}$$

$$\text{LSC} = \bar{X} + 3 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$LIC = \bar{X} - 3 \frac{s}{\sqrt{n}}$$

### III. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

Tabla 1: Datos del ensayo de Acero SAE 1070

Nº de ensayo	Dureza Leeb	Dureza Vickers (HV)	Dureza Brinell (HB)	Dureza Rockwell B (RB)
1	416	151	149	80.6
2	423	156	154	82.2
3	403	141	139	77.1
4	466	142	189	91.1
5	448	177	174	87.7
$\bar{X}$	431	163	161	83.7
$R$	63	51	50	14
$S$	25.4	20.7	20.2	5.62

Fuente: Elaboración propia

Figura 6 : Resultado de Prueba –Acero 1070



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

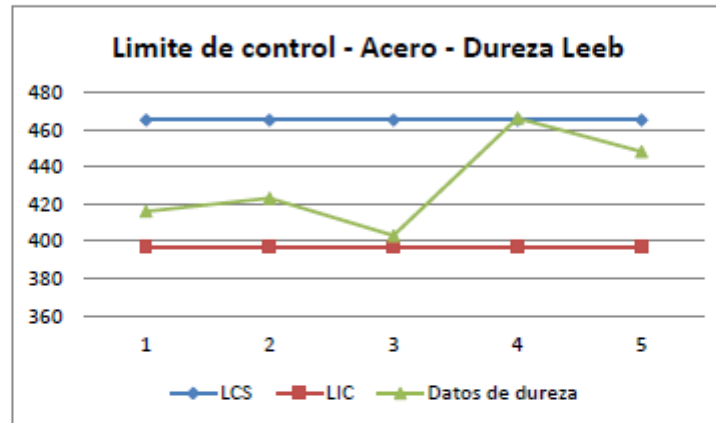
Los gráficos se realizarán con la dureza Leeb

$$\text{Linea central} = \bar{X} = 431$$

$$LSC = 465$$

$$LIC = 397$$

Figura 7 : Grafica Dureza -Acero



Fuente: Elaboración propia

TABLA 2: Datos del ensayo de Bronce

Nº de ensayo	Dureza Leeb	Dureza Brinell (HB)
1	430	122
2	404	108
3	397	104
4	400	106
5	393	104
$\bar{X}$	403	109
$R$	34	18
$S$	14.1	7.6

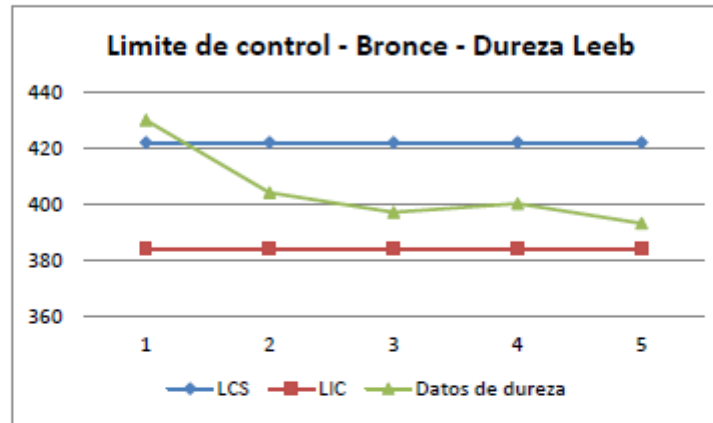
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Linea central} = \bar{X} = 431$$

$$LSC = 422$$

$$LIC = 384$$

Figura 8 : Grafica Dureza- Bronce



Fuente: Elaboración propia

TABLA 3: Datos del ensayo de Aluminio

Nº de ensayo	Dureza Leeb	Dureza Vickers (HV)	Dureza Brinell (HB)
1	301	55	57
2	246	38	40
3	293	53	54
4	272	46	48
5	273	47	49
$\bar{X}$	278	48	50
$R$	5.5	17	17
$S$	21.3	6.7	6.5

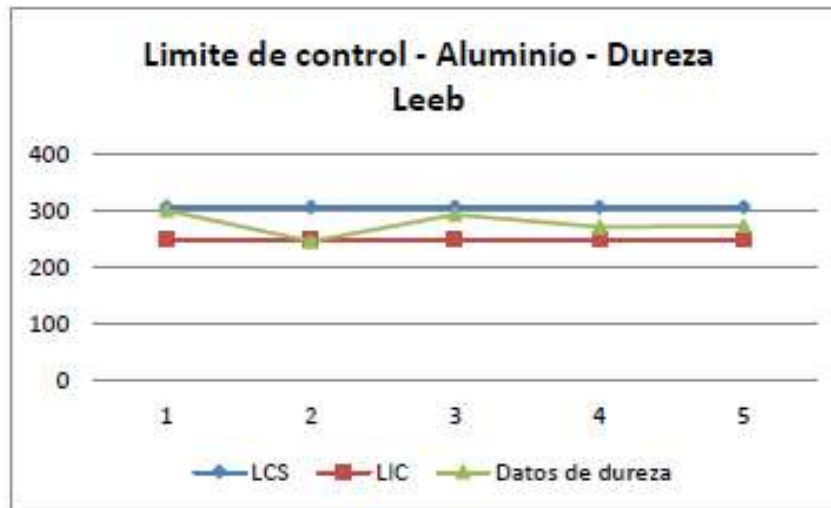
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Linea central} = \bar{X} = 278$$

$$LSC = 307$$

$$LIC = 249$$

**Figura 9 :** *Grafica Dureza- Aluminio*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10 :** *Resultado de Prueba –Aluminio*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

**TABLA 4:** Datos del ensayo de Hierro fundido

N° de ensayo	Dureza Leeb	Dureza Vickers (HV)	Dureza Brinell (HB)
1	452	150	149
2	436	138	137
3	455	153	151
4	425	130	129
5	421	127	126
$\bar{X}$	438	140	138
$R$	34	26	25
$S$	15.4	11.6	11.3

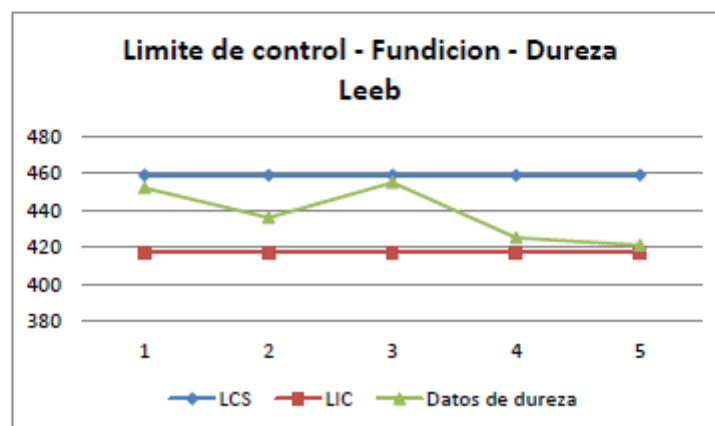
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Linea central} = \bar{X} = 438$$

$$LSC = 459$$

$$LIC = 417$$

**Figura 11 :** Grafica Dureza- Hierro Fundido.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 12 :** *Resultado de Prueba –Hierro Fundido*



Fuente: Instituto de Educación Superior del Perú

## ENSAYOS DE DUREZA POR PENETRACION

### I. OBJETIVOS

Determinar la dureza de los materiales mediante diversos procedimientos de ensayos.

Establecer campos de aplicación de las pruebas de medición.

### II. RECURSOS

#### a. Herramientas

- Durómetro universal Wolpert.
- Penetrador piramidal Vickers.
- Penetrador cónico Rockwell.
- Penetrador de bola Brinell.

#### b. Materiales y/o probetas

- Probetas de:
- Bronce
- Aluminio
- Acero
- Fundición

### III. INDICACIONES

- Los ensayos se desarrollan en grupos de 4 a 5 participantes.
- Lea las instrucciones del equipo antes de utilizarlo.
- Realice las pruebas correspondientes a los materiales asignados.
- Anote las mediciones realizadas en su hoja de resultados
- Realizar los gráficos de barras de Dureza vs Material para comparar durezas equivalentes.
- Resuelva el test y formule las condiciones correspondientes.

- Devuelva los equipos e instrumentos en orden, y realizar la limpieza correspondiente.

**Figura 1 :** Cuadro de Diámetro de bolas y presiones.

CUADRO N°1						
DIÁMETRO DE LAS BOLAS Y PRESIONES EMPLEADAS EN EL ENSAYO BRINELL						
ESPESOR DE LA	Díam. de la bola mm	CONSTANTES DE ENSAYO K				
		30	10	5	2,5	1,25
		CARGAS EN Kg				
		30D <sup>2</sup>	10D <sup>2</sup>	5D <sup>2</sup>	2,5D <sup>2</sup>	1,25D <sup>2</sup>
Superior a 6 mm	10	3000	1000	500	250	125
De 6 a 3 mm	5	750	250	125	62,5	31,2
Menor de 3 mm	2,5	187,5	62,5	31,2	15,6	7,8
	1,25	46,9	15,6	7,81	3,91	1,99
	0,625	11,7	3,91	1,953	0,977	0,488

Fuente: Guía de tecnología de materiales avanzado

**Figura 2 :** Tiempo de Duración de ensayo.

MATERIAL	TIEMPO
HIERRO Y ACERO	10 a 30 seg
COBRE, BRONCES Y LATONES	30 seg
ALEACIONES LIGERAS	60 a 120 seg
ESTAÑO Y PLOMO	120 seg
MATERIALES MUY BLANDOS	120 seg

Fuente: Guía de tecnología de materiales avanzado

#### IV. PRUEBA BRINELL

Denominación del ensayo

120 HB 5/250/30

- Cifra de dureza
- Dureza Brinell
- Diámetro de la bola D=2.5 mm
- Fuerza en Kg.
- Duración 30 s (sin datos de 10 a 15)

**Tabla 1 :** *Tabla de Ensayo - BRINELL*

MATERIAL	Ø de la billa (mm)	Fuerza P (kg)	Ø medio de la huella (mm)	Valor de dureza	Denominación del ensayo
Bronce	10	1000	3.4	106.9 HB	Ensayo Brinell
Aluminio	10	500	3.6	47.47 HB	Ensayo Brinell
Fundición	10	2500	4	190.64 HB	Ensayo Brinell
Acero SAE 1070	10	2500	4.2	172 HB	Ensayo Brinell

Fuente: Elaboración propia

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

Calculo de la dureza para el bronce

$$HB = \frac{2(1000)}{\pi \cdot 10(10 - \sqrt{10^2 - 3.4^2})}$$

$$HB = 106.9HB$$

Calculo de la dureza para el aluminio

$$HB = \frac{2(500)}{\pi \cdot 10(10 - \sqrt{10^2 - 3.6^2})}$$

$$HB = 47.47HB$$

Calculo de la dureza para la fundición

$$HB = \frac{2(2500)}{\pi \cdot 10(10 - \sqrt{10^2 - 4.2^2})}$$

$$HB = 190.64HB$$

Calculo de la dureza para el acero

$$HB = \frac{2(2500)}{\pi \cdot 10(10 - \sqrt{10^2 - 4^2})}$$

$$HB = 172HB$$

## V. OBSERVACIONES

- Es importante que cada ensayo realizado dure el tiempo indicado según las tablas, ya que esto contribuirá a que la huella en la pieza de trabajo, tenga un área mejor definida.
- Se deben realizar de 3 a 5 mediciones para tener un valor promedio acertado como resultado de la medición.
- La dureza Brinell es la única que implica un cálculo previo para determinar la dureza. Mientras que en las otras escalas de dureza generalmente es una división.
- La dureza según el ensayo para los materiales es:

**Tabla 2 : Dureza Brinell - Materiales**

MATERIAL	DUREZA BRINELL
Acero	172 HB 10/2500 /30
Aluminio	47 HB 10/500 /15
Bronce	107 HB 10/1000/ 30
Hierro fundido	191 HB 10/2500 /30

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 16: OFICIO DE RECEPCIÓN DE SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA.



"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Lima, 13 de abril de 2021

### OFICIO N° 02432-2021-MINEDU/SG-OACIGED

Señora  
**DANY MARIA LOPEZ MOLINA**  
Alto de La Luna C-9, IV Etapa, distrito de José Luis Bustamante y Rivero  
Arequipa.-

Asunto : Solicitud de Acceso a la Información Pública

Referencia : MPT2021-EXT-042899

Me dirijo a usted en atención al documento de la referencia, a través del cual - en el marco del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-JUS<sup>1</sup> (en adelante, TUO de la Ley) - solicitó lo siguiente:

- Cantidad de ingresantes de ingeniería de las universidades de Arequipa en los últimos 10 años.

Al respecto, mediante Memorandum N° 0033-2021-MINEDU/VMGP-DIGESU-DIPODA, la Dirección de Políticas para el Desarrollo y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior Universitaria brinda atención a su pedido, remitiendo la información solicitada.

Cabe mencionar que la información solicitada será notificada al correo electrónico consignado en su solicitud de Acceso a la Información Pública, debiendo responder con el acuse de recibo correspondiente, en atención a lo establecido en el numeral 20.4 del artículo 20 del TUO de la Ley 274444, Ley del Procedimiento Administrativo General<sup>2</sup>.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente,



CRUZ SILVA Grecia Janet  
FAU 3013137088 hord  
JEFA DE LA OFICINA DE  
ATENCIÓN AL CIUDADANO  
Y GESTIÓN DOCUMENTAL  
- OACIGED MINEDU  
Jefo al actor del documento  
20210413 10:27:02



RIVERA RAMÍREZ Cheryn  
Luzia FAU 3013137088 aut  
COORDINADORA DE  
PROCEDIMIENTOS  
ACABOS TRATIVOS -  
MINEDU  
En señal de conformidad  
20210413 16:10:11

<sup>1</sup> Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-JUS, publicado el 11 de diciembre de 2019.  
<sup>2</sup> Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2019-JUS, artículo 20, Ministerio de Justicia.

EXPEDIENTE: MPT2021-EXT-042899



Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado del Ministerio de Educación, aplicando lo dispuesto por el Art. 26 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

[http://slnad.minedu.gob.pe/slnadmed\\_3VDD\\_ConsultaDocumento.aspx](http://slnad.minedu.gob.pe/slnadmed_3VDD_ConsultaDocumento.aspx) e ingresando la siguiente clave: 7C6BAD

[www.gob.pe/minedu](http://www.gob.pe/minedu)

Calle Del Comercio 103  
San Borja, Lima 41, Perú  
91111 410 5000

## ANEXO 17: MEMORANDUM- ACCESO DE INFORMACIÓN SOLICITADA



PERÚ

Ministerio  
de Educación



BICENTENARIO  
PERÚ 2021

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

### MEMORANDUM N° 00033-2021-MINEDU/VMGP-DIGESU-DIPODA

A : **GISELA JANETT CRUZ SILVA**  
Jefa de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

Asunto : Solicitud de Acceso a la información Pública

Referencia : MPT2021-EXT-0042899

Fecha : Lima, 13 de abril de 2021

Tengo el agrado de dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo, y a la vez, brindar atención a la solicitud de información formulada por la ciudadana Dany Maria Lopez Molina, identificada con DNI 71217943, quien solicitó información sobre la cantidad de ingresantes de ingeniería de las universidades de Arequipa de los últimos 10 años.

Con la finalidad de brindar atención al requerimiento, la Dirección de Políticas para el Desarrollo y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior Universitaria (Dipoda), cuenta con información desde el 2017 al 2020, a la cual se podrá acceder a través del siguiente link: <https://drive.google.com/drive/folders/1v6xzYrDT-ExUu5kxVW-uFy4P9RIdyEH?usp=sharing>

Cabe precisar que el requerimiento se atiende con la información que las universidades registran en el Sistema de Recolección de Información de Educación Superior (Sires)<sup>1</sup>, el cual se encuentra bajo la administración de la Dipoda, de acuerdo con lo establecido por la Resolución Ministerial N° 422-2020-MINEDU<sup>2</sup>.

Hago propicia la oportunidad para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

Firmado digitalmente por:  
SANCHEZ MALPARTIDA Maria  
Fe Magres FAU 20131370908  
han  
**MARIA ILAGROS SANCHEZ MALPARTIDA**  
Directora Ejecutiva de Políticas para el Desarrollo y  
Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior Universitaria

MSM/tdm

<sup>1</sup> El enlace de información contiene el registro de las universidades que han cargado al Sires en la fecha de corte.

<sup>2</sup> La fecha de corte para la obtención de la información de ingresantes es del 14 de marzo de 2021.

<sup>3</sup> Aprueba las "Disposiciones para la implementación del Sistema de Información de la Educación Superior Universitaria - SIESU".

EXPEDIENTE: MPT2021-EXT-0042899

Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado del Ministerio de Educación, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

[http://es.inad.minedu.gob.pe/s\\_inadmed\\_3/VDD\\_ConsultaDocumento.aspx](http://es.inad.minedu.gob.pe/s_inadmed_3/VDD_ConsultaDocumento.aspx) e ingresando la siguiente clave: **87BB4D**

[www.gob.pe/minedu](http://www.gob.pe/minedu)

Calle Del Comercio 103  
San Borja, Lima 4L, Perú  
T: (511) 615 5800



ANEXO 18: ENCUESTA –PRUEBA DE CONCEPTO

### ENCUESTA PRUEBA DECONCEPTO

1.-¿Haz usado la regla T en el curso de Dibujo Técnico ?

- SI
- NO

2.- ¿ Haz tenido incomodidad al transportar la Regla T?

- SI
- NO

3.- ¿ Cree usted que sería útil una Regla T que pueda reducir varias veces su tamaño?

- SI
- NO

4.- ¿Cree usted que sería útil una Regla T que posea medidas de ángulos y pueda reemplazar las escuadras?

- SI
- NO

“Imagínese una Regla T la cual pueda reducir su tamaño hasta 4 veces, posea en la cabecera medidas de ángulos lo cual le permita reemplazar las escuadras, además cuente con un estuche el cual le permita llevar la regla en cualquier mochila o cartera convencional”



**5- ¿Estaría interesado en comprar un producto con las características anteriores ?**

- DEFINITIVAMENTE COMPRARIA
- PROBABLEMENTE COMPRARIA
- PODRIA O NO COMPRAR
- PROBABLEMENTE NO COMPRARIA
- DEFINITIVAMENTE NO COMPRARIA

**6- ¿Te parece si este producto es mejor que a los que encuentras en el mercado?**

- MUCHO MEJOR
- UN POCO MEJOR
- IGUAL DE BUENO
- HASTA CIERTO PUNTO
- NO MUY BIEN

**7- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto mencionado?**

- S/ 15 a S/20
- S/ 20 a S/25
- S/ 30 a S/35



**ANEXO 19 : REPORTE DE VIABILIDAD REGLA T ENROLLABLE Y ACOPLABLE BRINDADO POR INDECOPI**

**REPORTE DE VIABILIDAD: RV-PR5-371**  
**PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA "PATENTE RÁPIDA"**

<b>N° DE BENEFICIARIO</b>		371
<b>FECHA DE CORTE</b>		2017-09-27
<b>TITULO DEL INVENTO:</b> Regla T Retráctil		
<b>RESUMEN DEL INVENTO:</b> El presente proyecto describe a una regla "T" usada para realizar el diseño industrial en ingeniería, dicha regla posee una cabecera en la cual se encuentran ángulos, lo cual cubriría la necesidad del uso de escuadras. La presente invención se caracteriza por ser del tipo retráctil, es decir se dobla en 4 veces su tamaño original, lo cual le permite ser más liviana y poderla desplazar en cualquier bolso, mochila entre otros, sin ningún inconveniente de romperse.		
<b>ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA</b>		
Palabra clave: folding, T, ruler		
CIP: B43L 13/00, B43L 7/02		
<b>DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	
A	# PUBLICACIÓN: CN204820790 Título: Nueva regla T Fecha de publicación: Enlace: <a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=CN&amp;NR=201620790U&amp;EQ=U&amp;FT=O&amp;C=3&amp;date=20151101&amp;DB=EPD&amp;OClonale=es_EP">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=CN&amp;NR=201620790U&amp;EQ=U&amp;FT=O&amp;C=3&amp;date=20151101&amp;DB=EPD&amp;OClonale=es_EP</a> Sección relevante: Figuras	
<b>Categoría de documentos citados:</b>		
X: Particularmente relevante por sí solo. Y: Particularmente relevante combinado con otro(s). A: Estado de la técnica general, no particularmente relevante. O: Divulgación oral. E: Solicitud presentada antes pero publicada después de la fecha de presentación de la solicitud examinada (sólo con X)		
D: Citado en la solicitud. L: Citado por otras razones. P: Anterior a la fecha de presentación pero posterior a la fecha de prioridad. T: Teoría o principio en el que se basa la invención.		

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD \*****Análisis de la novedad:**

Se realiza una comparación con las características técnicas entre el proyecto postulante y el antecedente.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	D1(CN204820790)
Regla T	Si
Plegable	Si
La cabecera tiene ángulos	No
Para diseño de dibujos	Si

El documento D1 es considerado el más cercano en el estado de la técnica, y se refiere a una regla "T" plegable cuya cabecera es móvil. El presente proyecto difiere del D1, puesto que la cabecera de la regla tiene ángulo. Por lo expuesto anteriormente, el presente proyecto cumpliría con el requisito de novedad.

**Ventaja técnica**

La diferencia estructural con el presente proyecto es la presencia de ángulos en la cabecera de la regla "T", dicha diferencia permite hacer ángulos, evitando el uso de escuadras, es decir, la regla cumple doble funcionalidad, además tiene la ventaja de ser plegable; lo que permite que reduzca su tamaño inicial y pueda transportarse sin romperse. De acuerdo a los antecedentes citados la presente invención presenta ventaja técnica puesto que la nueva disposición de los elementos de la regla permite un mejor uso, un funcionamiento diferente y le adiciona una utilidad que antes no tenían las reglas de diseño industrial. Por lo anteriormente mencionado, el presente proyecto cumpliría con el requisito de ventaja técnica.

<b>NOVEDAD (REFERENCIAL)</b>	CUMPLIRÍA	x	NO CUMPLIRÍA	n/a	<b>PODRÍA REQUERIR CONTRATO DE ACCESO*:</b>
<b>NIVEL INVENTIVO (REFERENCIAL)</b>	CUMPLIRÍA	n/a	NO CUMPLIRÍA	n/a	
<b>VENTAJA TÉCNICA (REFERENCIAL)</b>	CUMPLIRÍA	x	NO CUMPLIRÍA	n/a	
					SI ( ) NO ( X )

Profesional responsable de este reporte: Gennesis Marquina

\* El Contrato de Acceso es un acuerdo que establece términos y condiciones para acceder a los recursos genéticos, sus productos derivados, etc. Este se celebra entre la persona interesada (solicitante) y el Estado, que posee derechos soberanos sobre ellos. El estado, dependiendo del recurso que se pretende usar, puede estar representado por INIA, SERFOR o el Viceministerio de Pesquería del PRODUCE; es decir, las mencionadas entidades serán las que otorguen el contrato de acceso.

El análisis de viabilidad se realiza en función de las fechas de corte referenciales establecidas por la recepción del "Formato de identificación de Invención" y la emisión del presente reporte. Este análisis no implica en modo alguno un adelanto de opinión al respecto del cumplimiento de los requisitos de patentabilidad en un eventual examen de patentes realizado por la Dirección de Invenciones y Nuevas Tecnologías del INDECOPI.

## ANEXO 20: REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

### Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Invenciones y Nuevas Tecnologías

#### TÍTULO N° 1191

La Dirección de Invenciones y Nuevas Tecnologías del Indecopi certifica que por mandato de la Resolución N° 001158-2019/DIN-INDECOPI de fecha 16 de abril de 2019, ha quedado inscrita en el Registro de Patentes de Modelos de Utilidad, el siguiente modelo:

**Denominación** : REGLA T ENROLLABLE QUE INCLUYE UN TRANSPORTADOR  
**Clasificación** : B27B 27/08  
**Solicitud** : 002807-2017  
**Fecha de Presentación** : 22 de diciembre de 2017  
**Titular** : Dany Maria LÓPEZ MOLINA  
**País** : Perú  
**Inventor** : Dany Maria LÓPEZ MOLINA  
**Vigencia** : 22 de diciembre de 2027

  
MANUEL CASTRO CALDERON  
Director de Invenciones y  
Nuevas Tecnologías  
INDECOPI

## ANEXO 21: CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE PREGUNTAS DE ENCUESTAS

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

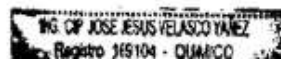

Yo, José Jesús Velasco Yáñez, identificado con D.N.I. N°45203753, y Colegiatura Profesional 169104 ejerciendo actualmente como Supervisor SSOMAC y Gerente de proyectos de Consultoría CORVELS.

Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, los instrumentos de recolección de datos: Encuesta.

Presentado por la Bachiller: Dany María López Molina de su Tesis: "DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO "REGLA T ENROLLABLE Y ACOPLABLE" BASADO EN EL METODO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS DEL MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHONOLOGY" de la Universidad Católica Santa Maria.

Habiendo evaluado, en cada pregunta/aspecto, las categorías de Contenido, Congruencia y Pertinencia, de acuerdo a las matrices respectivas adjuntas, formulando mi validación, la cual es: **FAVORABLE**

Arequipa, 22 de marzo del 2021



---

José Jesús Velasco Yáñez  
CIP: 169104

**MATRIZ DE VALIDACIÓN**

**PLAN DE TESIS:** “DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO “REGLA T ENROLLABLE Y ACOPLABLE” BASADO EN EL METODO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS DEL MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY”

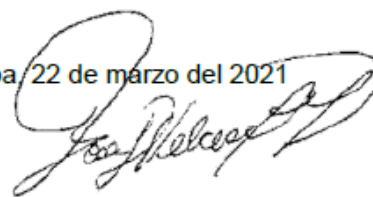
**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:** Encuesta

**INVESTIGADOR:** Dany María López Molina

**VALIDADOR:** José Jesús Velasco Yáñez

N/O	PREGUNTAS	CATEGORÍAS		
		CONTENIDO	CONGRUENCIA	PERTINENCIA
1.	¿Has usado la regla T en el curso de Dibujo Técnico?	Ok	ok	ok
2.	¿Has tenido incomodidad al transportar la Regla T?	Ok	ok	Ok
3.	¿Cree usted que sería útil una Regla T que pueda reducir varias veces su tamaño?	Ok	ok	Ok
4.	¿Cree usted que sería útil una Regla T que posea medidas de ángulos y pueda reemplazar las escuadras?	Ok	ok	Ok
5.	¿Estaría interesado en comprar un producto con las características anteriores?	Ok	ok	Ok
6.	¿Te parece si este producto es mejor que a los que encuentras en el mercado?	Ok	ok	Ok
7.	¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto mencionado?	Ok	ok	ok

Arequipa, 22 de marzo del 2021



ING. CP. JOSÉ JESÚS VELASCO YÁÑEZ  
Registro 369104 - QUIMICO