



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD PARA PRODUCTO
INTERMEDIO EN LA INDUSTRIA CAUCHERA**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Licenciado en Química

AUTOR:

DANIELA KATHERIN CHALLCO CHAVEZ

ASESOR:

DR. EDSON EMILIO GARAMBEL VILCA

LIMA – PERÚ

2025

Revisores

Revisor 1: M.Sc. Graciela Silvia Untiveros Bermudez

Revisor 2: Lic. Enrique Godofredo Guzman Lezama



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	CHALLCO CHAVEZ DANIELA KATHERIN

Pertencientes al programa de la **CARRERA PROFESIONAL DE QUÍMICA**, autores del trabajo titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD PARA PRODUCTO INTERMEDIO EN LA INDUSTRIA CAUCHERA**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN QUÍMICA** bajo la modalidad de **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	GARAMBEL VILCA EDSON EMILIO	FACI	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **4%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3371965559**; fecha de entrega: **13/10/2025**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 13 de octubre de 2025**

Firma del asesor

N° DNI: 44149549

ORCID: 0000-0002-7404-3914

INDICE	PAG
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
I.- Introducción.....	5
II.- Fundamento teórico.....	6
2.1.- Tipos de caucho	6
2.1.1.- Caucho natural	6
2.1.2.- Caucho sintético.....	6
2.1.2.1.- Caucho Nitrilo Butadieno	6
2.1.2.2.- Policloropreno	7
2.1.2.3.- Etileno Propileno Dieno (EPDM)	8
2.2.- Compatibilidad químicas del caucho	8
2.3.- Norma de estandarización del caucho	9
III.- Formulación de hipótesis	10

IV.- Objetivos	11
4.1.- Objetivo general	11
4.2.- Objetivos específicos.....	11
V.- Descripción del control de calidad	11
5.1.- Equipos de laboratorio	12
5.1.1.- Abrasímetro (GESTER).....	12
5.1.1.1.- Preparación de la goma estándar DIN.....	12
5.1.1.2.- Procedimiento de manipulación	12
5.1.1.3.- Fórmula para calcular la abrasión estándar del caucho	14
5.1.2.- Tensiómetro (INTRÓN 4411)	15
VI.- Resultados y discusión.....	16
VII.- Conclusión	21
VIII.- Bibliografía.....	22
ANEXOS.....	23

INDICE DE TABLAS

PAG

TABLA N°1. Compatibilidad química entre el elastómero y diferentes sustancias....	9
TABLA N°2. Norma de estandarización ISO 14890 Y DIN 22102.....	10
TABLA N°3. Composición química de cada prototipo de caucho natural	16
TABLA N°4. Comparación de propiedades físicas en tipos de caucho natural	17
TABLA N°5. Propiedades físicas en tipos de caucho	18

INDICE DE GRAFICAS

PAG

GRAFICA N°1. Propiedades físicas en diferentes tipos de caucho 18

INDICE DE FIGURAS

PAG

Figura N°1. Monómero del caucho natural y polímero cis-1, 4 poliisopreno	6
Figura N°2. Polímero del nitrilo butadieno	7
Figura N°3. Elastómero del policloropreno	7
Figura N°4. Monómero del elastómero etileno propileno dieno	8
Figura N°5. Unión extremos papel abrasivo con cinta doble cara.....	23
Figura N°6. Porta muestras en posición vertical	23
Figura N°7. Goma estándar en el interior del portamuestra.....	24
Figura N°8. Goma estándar quedando paralela al metal de espesor 2 mm.....	24
Figura N°9. Porta muestras en su posición original colocado en la polea.....	25
Figura N°10. Pesas de 2.5N y 5N sobre el portamuestras.....	25
Figura N°11. Botón rojo de inicio POWER	26
Figura N°12. Pantalla de control.....	26
Figura N°13. Pantalla de control mostrando los ciclos, tiempo y velocidad de referencia.....	27
Figura N°14. Panel de control mostrando lo que aparece después de seleccionar la opción “Set”	27
Figura N°15. Panel de control mostrando la opción para modificar número de ciclos.....	28
Figura N°16. Tensiómetro INSTRÓN 4411.....	28

RESUMEN

En la industria cauchera, el control de calidad del producto es parte de un proceso completo que garantice la credibilidad en las propiedades de un producto. El control de calidad para producto intermedio es durante el proceso de producción, antes de llegar al producto final, permitiendo mantener la preparación o realizar ajustes según las características físico-mecánicas que se obtengan en los resultados durante el control de calidad del producto.

Actualmente, la empresa del rubro del caucho cuenta con instrumentos para realizar el control de calidad del producto intermedio, como el extensómetro y el abrasímetro, sin embargo, no son utilizados, ya que la empresa no cuenta con un personal especializado en la manipulación de los instrumentos de control de calidad para su manipulación. Por otro lado, el laboratorio carece de guías que mencionen los procedimientos de manipulación de los instrumentos para el control de calidad.

Con la finalidad de proporcionar garantía de los procesos químicos realizados en planta, se propuso implementar un procedimiento de control de calidad del producto intermedio del caucho.

Por lo mencionado anteriormente se ejecutará la implementación de la norma ASTM D624; método de ensayo común usado para determinar la resistencia al desgarro de goma vulcanizada; la norma ASTM D412; determinación de las propiedades de tracción del caucho vulcanizado y la norma DIN 53516; método de prueba estándar para la evaluación de resistencia a la abrasión.

Con la certificación de los productos de caucho bajo las normas ASTM, se dará credibilidad de las características físico-mecánicas de los productos de caucho, generando

un gran impacto en la gestión de la calidad de los productos, así como un registro de los parámetros físico-mecánicos que tiene el producto cada vez que se comercializa, esto permitirá al área de innovación y desarrollo hacer mejoras en la formulación.

Palabras claves: control de calidad, norma ASTM - CAUCHO, producto intermedio.

ABSTRACT

In the rubber industry, product quality control is part of a process complete that guarantees credibility in the properties of a product. The control of quality for intermediate product is during the production process, before reaching the final product, allowing to maintain the preparation or make adjustments according to the physical-mechanical characteristics that are obtained in the results during the control of product quality.

Currently, the company rubber sector has instruments to perform the quality control of the intermediate product, such as the extensometer and the abrasimeter, However, they are not used, since the company does not have specialized personnel in the handling of quality control instruments. On the other hand, the laboratory lacks guides that mention the procedures of handling of instruments for quality control.

In order guarantee of the chemical processes carried out in the plant, it was proposed to implement a quality control procedure for the intermediate product of rubber.

Therefore, the implementation of the ASTM D624 standard; common test method used to determine the tear resistance of rubber vulcanized; the ASTM D412 standard; determination of the tensile properties of the vulcanized rubber and the DIN 53516 standard; test method for the evaluation of abrasion resistance.

With the certification of rubber products under the ASTM standards, it will be given credibility of the physical-mechanical characteristics of rubber products, generating a great impact on the quality management of the products, as well as a record of the

Physical - mechanical parameters that the product has each time it is commercialized, this will allow the innovation and development area to make improvements in the formulation.

Keywords: quality control, ASTM - RUBBER standard, intermediate product.

I.- Introducción

El origen del caucho parte del látex que se extrae de un árbol que tiene su origen en Brasil, el árbol *Hevea brasilienses*, el cual posee interesantes propiedades físicas y químicas, generando un gran impacto en la industria, en el sector económico y en la sociedad. Su comercialización puede ser en estado líquido o sólido dependiendo del uso que se le dé, como adhesivo, recubridor de mangueras, neumáticos para la industria automotriz, componentes del calzado, insumo para la fabricación de guantes, entre otros usos de diversas industrias. (1)

El caucho es un biopolímero cuyo monómero es el isopreno, que puede cristalizarse de forma natural a baja temperatura a causa de la estructura química que posee, además dicha estructura proporciona propiedades físicas y químicas que son aprovechadas para los usos mencionados anteriormente. (2) Por otro lado, la cristalización inducida por baja temperatura proporciona la rigidez característica del caucho, que puede revertirse con el aumento de temperatura, además, dicha propiedad proporciona otras propiedades físicas como una alta resistencia al desgarro, tracción y abrasión. (3)

El caucho proveniente del árbol *Hevea brasilienses* fue muy competitivo en el mercado cubriendo casi la totalidad de su capacidad. Después de la segunda guerra mundial, surgió el caucho sintético, quien desplazó en algunos usos al caucho natural. Aun así, el caucho natural sigue presente en gran parte de la industria debido a sus propiedades anteriormente mencionadas. (3)

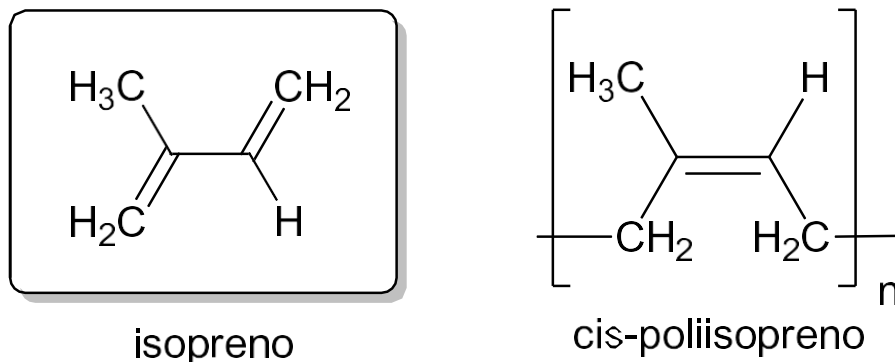
II.- Fundamento teórico

2.1.- Tipos de caucho

2.1.1.- Caucho natural

El monómero del caucho natural es el isopreno. (4) que posee dos formas geométricas (cis y trans), la forma cis que le da la apariencia de láminas y la forma trans que le da la forma de una gutapercha. La configuración cis proporciona rigidez a temperatura ambiente, ya que puede cristalizar y proporcionar una cualidad reforzante, cuando aumenta la elongación, puede aumentar la cristalización causando una alta resistencia a la tracción, dándole propiedades físicas optimizadas. (5)

Figura N°1. Monómero del caucho natural y polímero cis-1, 4 poliisopreno



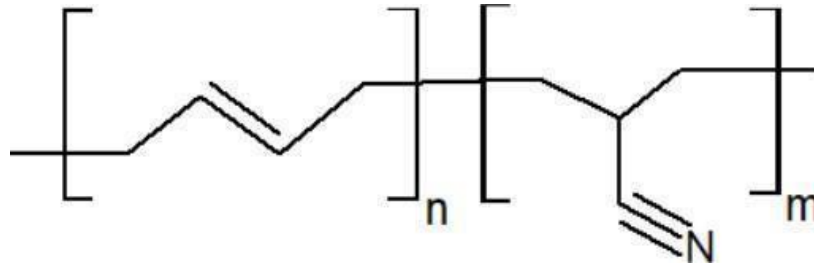
2.1.2.- Caucho sintético

2.1.2.1.- Caucho Nitrilo Butadieno

Es un polímero a base de dos monómeros, el butadieno y el acrilonitrilo que proporcionan una alta resistencia a fluidos como el agua y el aceite, así como una mejor resistencia al desgaste. Este tipo de caucho puede mezclarse con azufre o fenoles para proporcionar propiedades físicas superiores como una alta resistencia a las temperaturas elevadas

superiores a 40°C. (6)

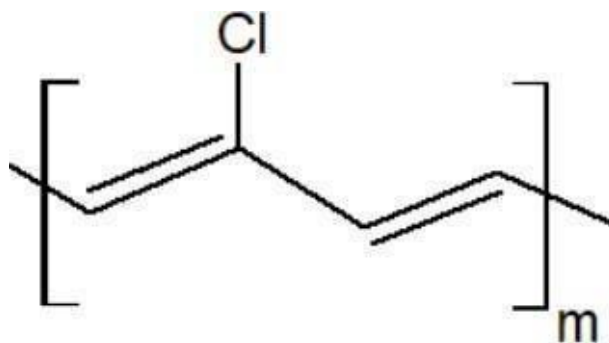
Figura N°2. Polímero del nitrilo butadieno



2.1.2.2.- Policloropreno

Es un elastómero con excelentes propiedades físicas y mecánicas presentando una alta resistencia a fluidos como aceites pudiendo soportar temperaturas entre -50 a 120°C . Por sus excelentes propiedades físicas, el policloropreno es resistente al ozono, la exposición prolongada a la atmósfera y al agua oceánica. (7)

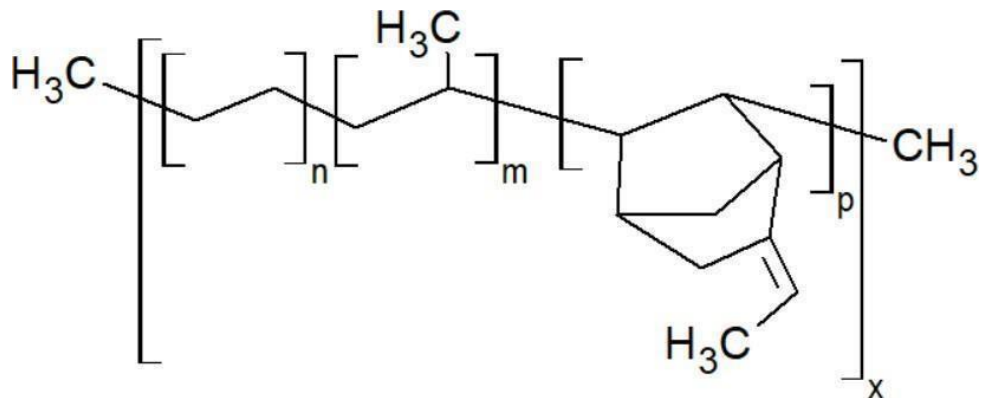
Figura N°3. Elastómero del policloropreno



2.1.2.3.- Etileno Propileno Dieno (EPDM)

Es un polímero que no cristaliza, ya que necesita de cargas para que pueda adquirir una mayor resistencia al desgaste. Este tipo de caucho no requiere características físicas exigentes, ya que su principal uso es como agente anticorrosivo (posee una alta resistencia a la corrosión por ácidos minerales). (8)

Figura N°4. Monómero del elastómero etileno propileno dieno



2.2.- Compatibilidad químicas del caucho

Como se mencionó anteriormente, los polímeros como el cis-poliisopreno y sus análogos sintéticos poseen propiedades físicas y químicas interesantes, destacando la resistencia a la exposición de diversos agentes químicos, en el siguiente cuadro se menciona la compatibilidad química entre los elastómeros y diferentes tipos de sustancias químicas.

La letra “A” en el recuadro significa que la compatibilidad es excelente, “B” es bueno, “C” es limitado y “X” significa que no se usa y en blanco quiere decir que no hay registro.

TABLA N°1. Compatibilidad química entre el elastómero y diferentes sustancias

Químico/ Elastómero	Cloropreno	Etileno propileno dieno	Nitrilo Butadieno	Caucho natural
Acetaldehído		B	X	C
Acetamida	A	A	A	X
Ácido acético	B	A	C	
Cloruro de ácido acético	X	X	X	
Anhidrido Acético	C	B	X	B
Acetona	X	A	X	X
Acetonitrilo	A	A	B	
Cloruro de Acetilo	X	X	X	X
Acetato de Amonio	B	A	A	A
Bicarbonato de amonio	A	A	A	

2.3.- Norma de estandarización del caucho

La norma ISO 14890 y la norma DIN 22102 son concesiones técnicas para cintas transportadoras de construcción textil recubiertas de caucho o plástico, clasificadas por categorías (D, H y L) y (W, X y Y), según sus propiedades físico-mecánicas. (10)

TABLA N°2. Norma de estandarización ISO 14890 Y DIN 22102

ISO 14890	DIN 22102	Resistencia a la tracción min. (Mpa)	Alargamiento a la rotura min. (%)	Resistencia a la abrasión máx. (mm³)	características técnicas
D	W	18	450	90	Ideal para el transporte de materiales más abrasivos
H	X	24	450	120	Buena resistencia al impacto, corte y ranurado
L	Y	20	400	150	Adecuada para condiciones de servicio normal

III.- Formulación de hipótesis

¿Será posible plantear un procedimiento para el control de calidad del caucho para el producto intermedio?

IV.- Objetivos

4.1.- Objetivo general

- Incorporar en la empresa procedimientos para el control de calidad del producto intermedio.

4.2.- Objetivos específicos

- Elaborar procedimientos para la manipulación del extensómetro y el abrasímetro para el control de calidad de producto intermedio.
- Identificar la norma ASTM y DIN que se aplica en cada procedimiento de los instrumentos de laboratorio elegidos.
- Evaluar qué tipo de caucho es mejor en propiedades físicas como elongación, tracción, abrasión.
- Reconocer que prototipo de caucho natural es mejor en propiedades físicas.

V.- Descripción del control de calidad

Para el control de calidad de la goma durante la producción, se realizan pruebas a nivel de laboratorio de muestras de 1 Kg de producto intermedio que será analizado por los diferentes instrumentos, registrando el proveedor y lote de cada insumo, caucho que se utilice para la preparación. Los equipos para el control de calidad son el abrasímetro que mide el grado de abrasión en mm^3 y el extensómetro que mide la tensión, elongación y tracción en Kgf/cm^2 .

Los resultados son válidos solo para los productos que se trabajen con la formulación evaluada e identificada por lote, proveedor por insumo y caucho. Si algún lote se termina

y se reemplaza con un nuevo lote, la prueba para 1 Kg tiene que repetirse para obtener los nuevos resultados.

5.1.- Equipos de laboratorio

La imagen del instrumento según cada paso del procedimiento de manipulación, mencionado como número de figura, se encuentra en anexos.

5.1.1.- Abrasímetro (GESTER)

5.1.1.1.- Preparación de la goma estándar DIN

La goma estándar DIN debe tener las características físicas requeridas para su validez de la prueba, de lo contrario, no podrá utilizarse.

Tome la goma estándar. Utilice la broca DIN para cortar una muestra con un diámetro de $16 \pm 0,2$ mm y un grosor superior a 6 mm de la goma estándar DIN (sin marcas ni huecos).

Coloque la muestra en un ambiente con una temperatura de 23 ± 2 °C y una humedad relativa del 65 ± 2 % durante más de 16 horas antes del inicio de la prueba.

5.1.1.2.- Procedimiento de manipulación

A.- Papel abrasivo

Para la instalación del papel abrasivo usar guantes para evitar que la lija roce los dedos. El papel abrasivo debe tener una longitud mínima de 473 mm y un ancho de al menos 400 mm. Estos dos elementos no deben exceder el grosor del rodillo, cuyo grosor promedio es de aproximadamente 1.0 a 0.2 mm.

Consiga tres barras de cinta de doble cara con un grosor máximo de 0,2 mm y un ancho

de 50 mm. Colóquelas en el rodillo de forma uniforme.

Cada barra de cinta de doble cara debe estar paralela al eje del rodillo. Una de ellas se coloca sobre la capa de papel abrasivo.

Para la prueba de funcionamiento, debe adherirse firmemente al rodillo. Las caras frontal y posterior del papel abrasivo deben estar alineadas. Las dos caras cortas deben estar paralelas al eje del rodillo. Al colocar el papel abrasivo por ambas caras, la separación no debe superar los 2 mm. **(Figura N°5)**

El método de prueba consiste en usar goma estándar para modificar el consumo de papel abrasivo y asegurar que se mantenga entre 180 mg y 220 mg.

B.- Portamuestras

Levante el soporte del porta muestras hasta su posición vertical **(Figura N°6)**.

Sujete la goma estándar en el porta muestras.

Afloje la tuerca en sentido antihorario para que la pinza se agrande.

Introduzca la goma estándar (el grosor total de la goma debe ser igual o superior a 6 mm) en el interior de la pinza del porta muestras, presionando la muestra, apretando la tuerca en sentido horario. **(Figura N°7)**

Coloque el metal de 2 mm de grosor sobre la goma estándar del equipo. Ajuste el perno en sentido horario o antihorario. La goma estándar debe quedar paralela al trozo de metal.

La goma estándar debe sobresalir de la pinza aproximadamente 2 mm. **(Figura N°8)**.

Mueva el soporte del porta muestras a su posición original y colóquelo en la polea. **(Figura N°9)**.

Aplique pesos de 2,5 N y 5,0 N sobre el asiento de carga **(Figura N°10)**

C.- Panel de control

Enchufe el equipo a un tomacorriente

Coloque el porta muestras en posición horizontal sobre el papel de abrasión adherido a la lija.

Presione el botón de inicio "POWER" (**Figura N°11**).

Luego elija la opción de idioma. (**Figura N°12**)

Después de elegir el idioma, el conteo de ciclos debe estar en cero presionando en la pantalla la opción que dice "ZERO". (**Figura N°13**)

Luego presione la opción "Set" y modifique en el panel de control la sección "Counter set" (**Figura N°14**).

Al seleccionar la opción "Counter set", aparece un recuadro azul con números para modificar el número de ciclos. 42 ciclos equivalen a 20 metros y 84 ciclos equivale a 40metros. (**Figura N°15**).

Una vez seleccionado el número de ciclos, seleccionar la opción "Return" para volver al menú principal y seleccionar la opción "Start set" para dar inicio a la corrida.

El equipo se detiene automáticamente al concluir la corrida. Se procede a retirar la goma para hallar los resultados de abrasión.

5.1.1.3.- Fórmula para calcular la abrasión estándar del caucho

Pese la goma en una balanza con precisión de 1 g antes de iniciar la corrida en el equipo de abrasión y se registra el peso.

Después pesar la misma goma después de la corrida en el equipo.

Formula:

$$A = (M_1 \times 200) / (M_2 \times S)$$

A: Grado de abrasión en mm³

M: Perdida de la masa de la muestra en gramos

M2: Perdida de la masa de la goma estándar de abrasión en gramos

S: Numero de la lija (#180 a #220)

5.1.2.- Tensiómetro (INSTRON 4411)

Encienda el sistema.

Todos los indicadores del panel frontal se iluminan, incluidos los interruptores de control y los indicadores de estado retroiluminados, y todas las pantallas muestran -1.8888 durante un máximo de 10 segundos.

Todos los indicadores se apagan y todas las pantallas quedan en blanco durante un máximo de 5 segundos.

Para reiniciar el sistema, pulse [S1] [0] seguido de [ENTER].

Ajuste la altura de la cruceta utilizando el control manual o el panel de control para subirla o bajarla a la altura correcta e instalar la muestra entre las mordazas. Si pulsa la tecla G.

L. RESET en el panel de control para fijar la posición cero en la memoria del sistema, la cruceta podrá volver a esta posición al final de la prueba, lista para otra.

Introduzca la secuencia de "inicio en caliente": pulse [S1], luego [1] y luego [ENTER].

La pantalla principal mostrará "LOSS".

Presione la tecla CARGAR CAL. La pantalla del panel principal muestra la capacidad máxima de la celda. El indicador LOAD CAL se ilumina.

Presione la tecla ENTRAR. Después de 6 segundos, El indicador LOAD CAL se apaga, la pantalla del panel principal se queda en blanco. La pantalla LOAD muestra 0000.

Presione la tecla CARGAR BAL. Luces indicadoras LOAD BAL. Presione la tecla ENTRAR. Después de 3 segundos, el indicador LOAD BAL se apaga.

Presione la tecla STRAIN CAL. Luces indicadoras STRAIN CAL. Presione la tecla ENTRAR. Después de 3 segundos. El indicador STRAIN CAL se apaga. **(Figura N°16).**

VI.- Resultados y discusión

Se realizó la prueba de control de calidad con 4 tipos de producto según la descripción técnica “caucho natural tipo 1 y tipo 2” para 20 Kg realizando un cambio en la composición del caucho.

TABLA N°3. Composición química de cada prototipo de caucho natural

Composición /tipo de Producto	Natural tipo 1 (Kg)	Natural tipo 2 (Kg)
Polibutadieno	2.5	-
SER-10	9.6	9.9
Estireno Butadieno	-	3.2
Oxido Zinc	0.445	0.458
Ac. Estearico	0.121	0.171
OTROS	7.3	7.27

*La prueba en los equipos se realiza 3 veces con la misma muestra para obtener

un promedio

Los resultados obtenidos por cada prototipo de caucho natural en elongación, tracción, abrasión y tensión servirán de base para optimizar las propiedades físico-mecánicas en otra propuesta futura de prototipo de caucho natural. En la tabla N°4 se expone el comparativo de propiedades físicas de las gomas.

TABLA N°4. Comparación de propiedades físicas en tipos de caucho natural

Propiedades Físicas / Elastómero	Natural tipo 1	Natural tipo 2
Tensión (Kgf/cm²)	112	101
Tracción (Kgf/cm²)	247	252
Elongación (Kgf/cm²)	952	813
Abrasión (mm³)	41.4	51

*La prueba en los equipos se realiza 3 veces con la misma muestra para obtener un promedio

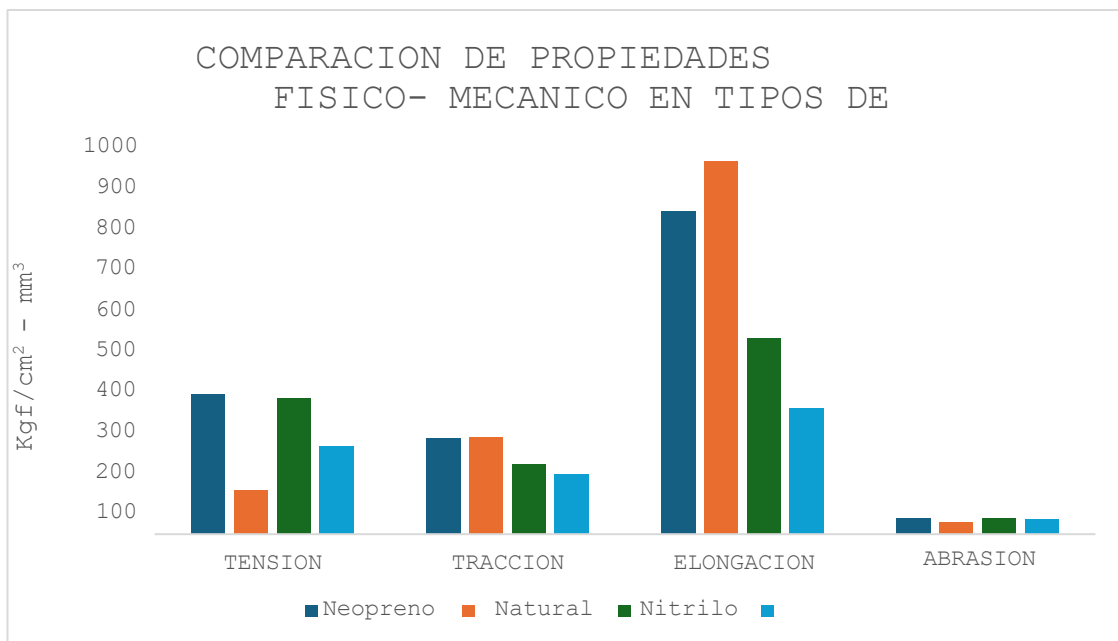
El caucho natural tipo 1 presenta mejores propiedades físicas que el caucho natural tipo 2 por la mezcla de tipos de caucho para la preparación. El polibutadieno a diferencia del caucho natural presenta 2 enlaces C-H en su doble enlace, donde puede darse la formación de enlaces disulfuro en la misma cadena, mientras que el butadieno estireno es un monómero de cadena larga con un enlace doble en la cadena principal. Al formarse enlaces disulfuro en la misma cadena del polibutadieno, mejora la resistencia a la abrasión, la elongación, mientras que el estireno butadieno al tener un fenilo puede dar resistencia a la abrasión, pero una baja propiedad de elongación al tener menor número de dobles enlaces para la formación de enlaces de azufre.

Resultados del control de calidad con el extensómetro INSTRON 4411 y el abrasímetro GESTER en tipos diferentes de caucho.

TABLA N°5. Propiedades físicas en tipos de caucho

Propiedades Físicas / Elastómero	Neopreno	Natural	Nitrilo	EPDM
Tensión (Kgf/cm²)	356.9	112	348	224
Tracción (Kgf/cm²)	244.73	247	180	152
Elongación (Kgf/cm²)	823.9	952	500	322
Abrasión (mm³)	32	41.4	37.2	40.7

GRAFICA N°1. Propiedades físicas en diferentes tipos de caucho



*La prueba en los equipos se realiza 3 veces con la misma muestra para obtener un promedio

Si bien es cierto que las propiedades físico - mecánicas como abrasión, tensión, elongación y tracción dependen del tipo de caucho, también pueden mejorarse con la preparación de cada producto según la calidad y procedencia de los insumos que se añadan a la preparación para mejorar su resistencia físico-mecánica.

Cada insumo de la preparación equivale a un porcentaje peso – peso, que en la proporción adecuada da resultados óptimos en las propiedades físico-mecánicas del caucho. Así como, cuando los acelerantes no están dosificados adecuadamente con las partes de cien de caucho, este tiende a cristalizar en menor tiempo, es decir, tiende a envejecer más rápido, haciéndolo quebradizo en un tiempo corto. Su tiempo de vida útil es inferior, siendo un resultado que se evidencia en las pruebas de laboratorio al no tener los valores adecuados en abrasión, tensión, tracción, elongación.

La procedencia del insumo influye en la calidad del producto, porque algunos insumos por su calidad van a tener mejor afinidad y dispersión con el caucho que otros mejorando o empeorando las propiedades del producto. Con los resultados obtenidos durante el control de calidad, se puede identificar el cambio de la calidad del producto manteniendo la preparación, pero cambiando la procedencia de insumos y caucho.

Cada tipo de caucho obtuvo resultados diferentes en elongación, tracción, tensión y abrasión. De los datos obtenidos el mejor fue el natural, siguió el neopreno, después el nitrilo y por último el EPDM. Desde el punto de vista químico, la base de cada polímero es su monómero quien le confiere propiedades específicas y diferenciadas. El monómero del caucho natural, cis-1,4-isopreno, por cada cuatro carbonos en la cadena presenta un doble enlace, el cloropreno, es igual, por cada cuatro carbonos en su estructura presenta el doble enlace, mientras que el nitrilo por cada 6 carbonos y por último el EPDM, por cada 11 carbonos en la cadena presenta un doble enlace ramificado. Que el caucho natural y cloropreno tenga un monómero de cadena corta, genera mayor presencia de enlaces

dobles por polímero en comparación con los otros tipos de caucho. Estos enlaces dobles reaccionan con el azufre formando entrecruzamientos entre cadenas por enlaces disulfuro. Mientras más corto sea la cadena del monómero, habrá mayor entrecruzamiento, que significa mejor propiedad de elongación, tracción y tensión, ya que estos puentes disulfuro confieren elasticidad en la estructura química, hacen que el polímero vuelva a su forma natural.

Según los valores obtenidos, el caucho natural es mejor en elongación que el neopreno. Ambos son de cadena corta, tienen la misma cantidad de enlace doble por cada 4 carbonos, lo que indicaría que ambos podrían obtener una propiedad física parecida, la diferencia de los valores obtenidos puede deberse a los otros componentes de la preparación. Desde el punto de vista químico se podría decir que el cloropreno es mejor que el isopreno. La longitud de la cadena del monómero confiere la propiedad física, pero la presencia del halógeno, cloro, en la estructura del cloropreno puede conferir propiedades químicas que no presenta el caucho natural. El cloropreno presenta alta polaridad por la electronegatividad del cloro, dándole resistencia a la degradación por ciertos solventes como las grasas que al ser apolares, no tendrán afinidad a la estructura, mientras que el caucho natural al ser bajo en polaridad, tendrá cierta compatibilidad con las grasas, es decir, el caucho podría hincharse por absorción de grasa, acortando su tiempo de vida, terminando en su pronta degradación.

VI.- Conclusión

- Los instrumentos como el abrasímetro y el tensiómetro permiten identificar que el caucho natural es mejor en propiedades físicas, después sigue el cloropreno, nitrilo y por último el EPDM.
- Con el tensiómetro se aplica la norma ASTM D624, ASTM D412 y con el abrasímetro, la norma DIN 53516.
- El caucho natural es mejor en elongación con 952 kgf/cm^2 y tracción con 247 kgf/cm^2 .
- El neopreno es mejor en abrasión, tensión con 32 mm^3 y 356.9 kgf/cm^2 .
- El caucho natural tipo 1 es mejor en propiedades físico-mecánicas que el caucho natural tipo 2.

VII.- Bibliografía

1. FMGA&GR. Análisis y caracterización fisicoquímica. revista Tumbaga. 2014
Junio; 1(1): 96.
2. Sheridan MF. Rubber Handbook. 14th ed. Sheridan MF, editor. San Francisco: The
Vanderbilt Company; 2010.
3. Hewitt Pacan. THE RUBBER FORMULARY Andrew W, editor. New York: The
Vanderbilt; 1999.
4. Yuko Ikeda Kasky. Rubber Science Tokyo: Springer; 2018.
5. Semegen ST. Rubber, Natural. tercera ed. Ohio: academic express; 2003.
6. FABRIS HJ. Synthetic Polymer Adhesives Bevington, editor. Pasadena: Advisory
Board; 1996.
7. Chandrasekaran C. Anticorrosive Rubber Lining Chennai: William Andrew; 2017.
8. Chandrasekaran C. Rubbers Mostly Used in Process Equipment Lining Chennai:
William Andrew; 2017.
9. White J. MARTIN'S RUBBER COMPANY. [Online].; 1865. Available from:
<https://www.martins-rubber.co.uk/technical-references/chemical-compatibility/>.
10. LUFH. [Online]. Available from: <https://lufh-cbs.com/es/sobre-nosotros/>.

ANEXOS

Figura N°5. Unión extremos papel abrasivo con cinta doble cara



Figura N°6. Porta muestras en posición vertical



Figura N°7. Goma estándar en el interior del portamuestra

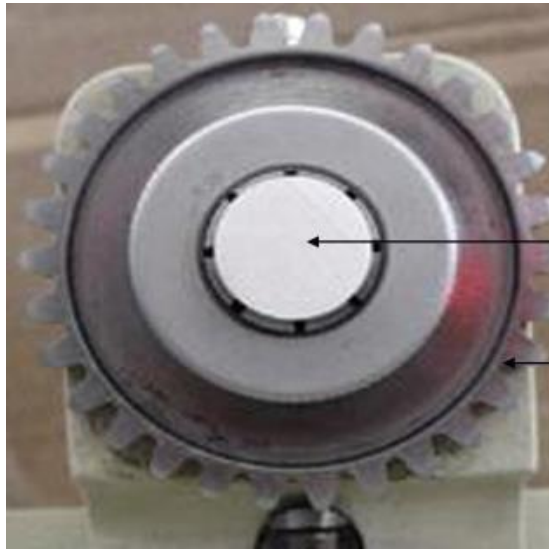


Figura N°8. Goma estándar quedando paralela al metal de espesor 2 mm

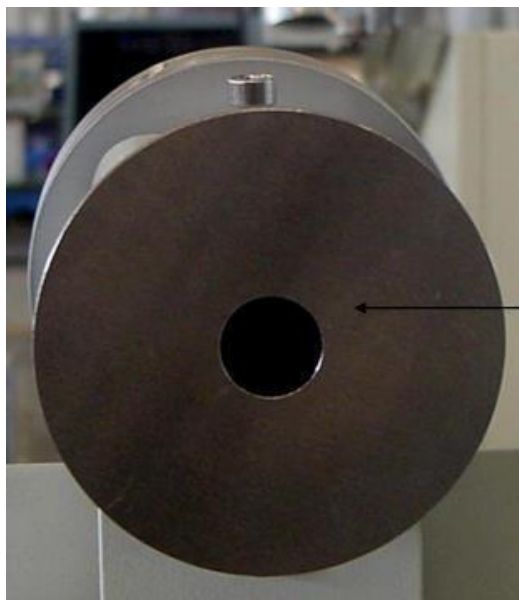


Figura N°9. Porta muestras en su posición original colocado en la polea



Figura N°10. Pesas de 2.5N y 5N sobre el portamuestras

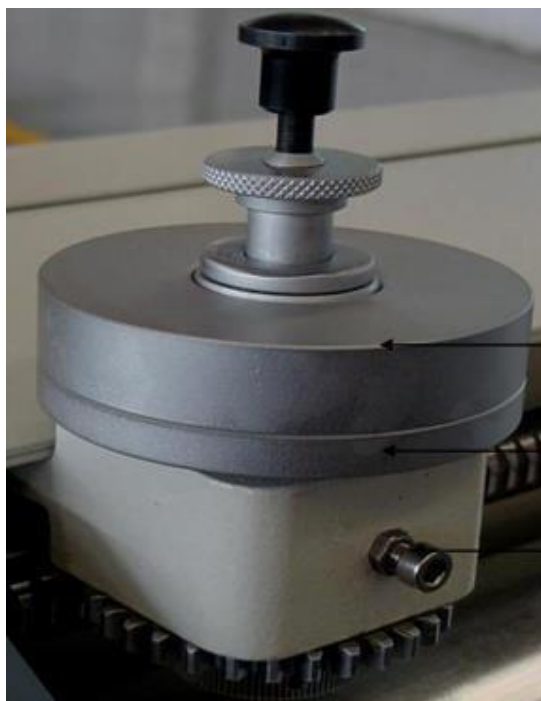


Figura N°11. Botón rojo de inicio POWER

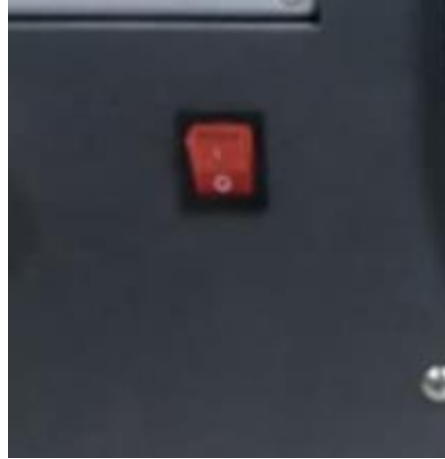


Figura N°12. Pantalla de control



Figura N°13. Pantalla de control mostrando los ciclos, tiempo y velocidad de referencia



Figura N°14. Panel de control mostrando lo que aparece después de seleccionar la opción “Set”



Figura N°15. Panel de control mostrando la opción para modificar número de ciclos



Figura N°16. Tensiómetro INSTRÓN 441

