

## MEDICIÓN DE LA UNIÓN NO PERMANENTE EN CUBREBOCAS DE NEOPRENO Y ESPUMA DE NEOPRENO.

MEASUREMENT OF NON-PERMANENT BONDING IN NEOPRENE FACE MASKS AND NEOPRENE FOAM.

Recibido: 15 de septiembre del 2020.  
Aceptado: 29 de septiembre de 2020.

E. Lugo Cornejo<sup>1</sup>  
M. G. Guerrero Porras<sup>2</sup>  
P. A. Ronquillo Flores<sup>3</sup>

### RESUMEN

Una microempresa local produce cubrebocas de neopreno y espuma de neopreno. Este material tiene una solubilidad en agua de 0.002115 gr./ml en agua, significa que por cada 0.001 l de agua (mililitro), 0.002 (milésimas) de gramo del material se diluyen en ella, lo que lo hace impermeable ante la humedad y tiene una resistencia de 321 kgf/cm<sup>2</sup>, ya que cada cm<sup>2</sup> puede resistir 321 kilos de fuerza aplicada. Al ser mecánicamente resistente y considerando que la mayor parte de los agentes patógenos se encuentran en el ambiente en forma húmeda, este material es ideal como aislante ante estos virus, más aún si se considera que la forma del tejido es sintética y representa un protector seguro. Por tal motivo se elaboró un estudio donde se aplicó el análisis a la tensión para medir la unión no permanente en los cubrebocas de neopreno y espuma de neopreno. Se elaboró el diseño del experimento mediante la norma MIL-STD-105E (ISO 2859-1) para lotes mínimos de producción, para el muestreo de la fracción defectuosa y el defecto por inspección, se aplicó el método para los ensayos a la tracción. Con los datos obtenidos se pudo deducir que el tamaño de la fractura por la manipulación diaria del cubrebocas de neopreno, la abertura que se detectó se aproxima al tamaño del virus covid-19 en un 92%, en el de espuma de neopreno en un 59%. Al manipular el cubreboca durante una semana y un mes, la abertura sobrepasará al tamaño del SARS-CoV-2 en los dos materiales.

**PALABRAS CLAVE:** Resistencia de materiales, análisis a la tensión, unión no permanente, neopreno, espuma de neopreno, solubilidad en agua.

### ABSTRACT

A local micro-company produces neoprene face masks and neoprene foam. This material has a solubility in water of 0.002115 gr./ml in water, it means that for every .001 l of water (milliliter), .002 (thousandths) of a gram of the material are diluted in it, which makes it impervious to the humidity and has a resistance of 321 kgf / cm<sup>2</sup>, since each cm<sup>2</sup> can resist 321 kilos of applied force. Being mechanically resistant and considering that most of the pathogens are found in the environment in humid form, this material is ideal as an insulator against these viruses, even more so if it is considered that the shape of the fabric is synthetic and represents a safe protector. For this reason, a study was carried out where stress analysis was applied to measure the non-permanent union in neoprene and neoprene foam face masks.

The design of the experiment was elaborated by means of the MIL-STD-105E (ISO 2859-1) norm for minimum production batches, for the sampling of the defective fraction and the defect by inspection, the method for tensile tests was applied. With the data obtained, it was possible to deduce that the size of the fracture by daily manipulation of the neoprene mask, the opening that was detected approximates the size of the covid-19 virus in 92%, in the neoprene foam in 59 %. When handling the mask for a week and a month, the opening will exceed the size of SARS-CoV-2 in both materials.

**KEY WORDS:** Material strength, stress analysis, non-permanent bonding, neoprene, neoprene foam, water solubility.

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo. Departamento Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles. efrain.lugo@tecvalles.mx

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo. Departamento CEA. Industrial. Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles. guadalupe.guerrero@tecvalles.mx

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Industria en la etapa de residente profesionales. 15690133@tecvalles.mx

## INTRODUCCIÓN

Epidemiólogos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), hicieron un llamado a la sociedad sobre el uso correcto de cubrebocas, el cual debe cubrir nariz y boca para evitar contagios por enfermedades respiratorias, en la coordinación auxiliar de vigilancia epidemiológica de la oficina de representación del IMSS en la ciudad de México Norte, indica que “si solo se cubre la boca, los microorganismos que se quedan en la parte externa del cubrebocas se van a respirar por la nariz y eso provoca que la persona se enferme”, agrega que de los diferentes tipos que existen protegen de contagio, tanto a nosotros mismos como a los demás. Hasta este momento ningún cubrebocas tiene el 100% de eficiencia en donde partículas menores a 5 micras de espesor puedan traspasarlo. Y los que son hechos en casa no sirven porque no pasan por una certificación de calidad. (IMSS, 2020)

Los cubrebocas quirúrgicos tienen un tiempo de vida de 4 horas ya que la mayoría de los mexicanos tienen el reflejo de tocarse la cara y acomodarlo durante todo el tiempo, pero al hacerlo se contaminan. (IMSS, 2020)

Las controversias relacionadas con el uso del cubrebocas es sin duda un gran tema, mientras que para muchas personas es un artículo poco útil ante contagios patógenos, para muchas otras es un artículo que, bajo su propio criterio y siguiendo las recomendaciones de expertos, los utiliza a manera de prevención y asume su responsabilidad para no contagiarse y ser contagiado ante esta pandemia virus SARS-CoV-2 (COVID-19) desatada en todo el mundo que atenta contra la vida de personas de cualquier extracto social y condición económica.

Es por ello por lo que al detectar que el neopreno y espuma de neopreno tienen una efectividad en el 100% de impermeabilidad a la humedad y al efecto aerosol cuando una persona estornuda y determinó solicitar un estudio de la unión no permanente en cubrebocas de neopreno y espuma de neopreno.

El neopreno es un material que tiene una solubilidad en agua de 0.002115 gr./ml en agua, significa que por cada .001 l de agua (mililitro), .002 (milésimas) de gramo del material se diluyen en ella, lo que lo hace impermeable ante la humedad y tiene una resistencia de 321 kgf/cm<sup>2</sup>, ya que cada cm<sup>2</sup> puede resistir 321 kilos de fuerza aplicada. (Lork Industries, 2020)

Al ser mecánicamente resistente y considerando que la mayor parte de los agentes patógenos se encuentran en el ambiente en forma húmeda, este material es ideal como aislante o protector ante estos medios y lo que se encuentre en ello, más aún si se considera que la forma del tejido es sintética representa un protector completamente seguro. (Lork Industries, 2020)

En este estudio se considera el análisis a la costura del cubrebocas como producto terminado, aplicar la cantidad de fuerza que soporta el producto final y que pueda ser útil para usarse en varias ocasiones.

Para dicho análisis se aplicó la cantidad de fuerza que resiste el cubrebocas de neopreno y espuma de neopreno en la costura y se descubrieron las fracturas ocasionadas por la manipulación de estos.

Se mostró, mediante los ensayos a la tensión en la costura y a los cubrebocas en su totalidad, y con los equipos y la disposición de las muestras en la prensa universal, un análisis donde se muestran las gráficas obtenidas por cada ensayo de las distintas muestras, las tablas que

permiten analizar, concluir y recomendar acerca de la resistencia y fractura de las costuras que representan un factor importante para el propósito y cuidado que deberá tener el producto en relación al sello de las fosas nasales y boca e impedir contaminación alguna al usuario.

## **METODOLOGÍA**

La empresa asignó 60 piezas de cubrebocas de neopreno y 20 piezas de espuma de neopreno para ser analizadas en las pruebas de tensión, esta fue la población muestra. Para elaborar el diseño del experimento se utilizó la norma MIL-STD-105E (ISO 2859-1) para lotes mínimos de producción, para el muestreo de la fracción defectuosa y el defecto por inspección, se realizó el siguiente método para los ensayos a la tracción.

I.- Obtención de las 60 probetas de cubrebocas de neopreno, se utilizó la tabla del nivel general de inspección II, para el tamaño de lote de 51 a 90 piezas en el código de letra E, para dicho lote al cual se le llevó a cabo el ensayo a la tracción. II.- Obtención de muestras para las 20 piezas de cubrebocas de espuma de neopreno se utilizó la tabla 3 para el nivel general de inspección II, con un tamaño de lote entre 16 a 25 piezas y el código de letra para el lote de 20 piezas de la norma MIL-STD-105E: C y que dió como resultado: 5 muestras de las 20 piezas asignadas para realizar el ensayo a la tracción. III.- Muestreo aleatorio de piezas a ensayar a la costura y a lo largo del cubrebocas. Para el muestreo en materiales de neopreno y espuma de neopreno se establecieron dos tipos de ensayos, uno de forma perpendicular a la costura y otro de forma perpendicular a lo largo del total de los cubrebocas. Después de enumerar cada cubrebocas, se estableció el muestreo aleatorio de 13 piezas de neopreno y 5 de espuma de neopreno, dato que se obtuvo de la consulta a la norma MIL-STD-105E. IV. Preparación de las muestras. Se prepararon las muestras para realizar el ensayo a la tensión y conocer la resistencia máxima que soportó la costura de la unión no permanente y el tamaño de la fractura en el ensayo total a la tensión en los productos a analizar, con los siguientes instrumentos y equipos: Comparador óptico fowler 10X, indicador de caratula electrónico Fowler, rango de medición: 0~12.5mm/0.5";25.4mm/1.0"Resolution: 0.01mm/0.0005", prensa universal SHIMATZU 1T y cronómetro digital.

## **RESULTADOS**

En tabla 1 se muestran los esquemas de la disposición o colocación de las probetas en las mordazas superior e inferior de la prensa universal, considerando las longitudes (a x b) que permitieron obtener las áreas necesarias junto con la distancia calibrada (GL(G)), así como las fórmulas necesarias para el análisis.

### **Gráficas obtenidas**

Estas representan los ensayos a la tensión en la costura y la longitud total obtenidas de las muestras aleatorias de los grupos de muestras en estudio.

La curva en cada gráfica 1 representada en el eje "Y" la cantidad de fuerza aplicada a la tensión en kilogramos-fuerza (kgf) y el alargamiento de la muestra en el eje "X" en milímetros (mm), por cada "carga" aplicada a la probeta se desplaza la cantidad de distancia correspondiente. Se observa un punto máximo (MAX) en la curva, que representa la fuerza máxima que soportó la costura tanto en los cubrebocas de neopreno como en los de espuma de neopreno, gráfica 1, así como en totalidad de las muestras ensayadas en ambos materiales.

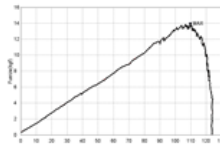
En este punto máximo las muestras se encontraron inservibles, ya que entre 9.52-32.14 y 18.40-63.24 kgf respectivamente se presentaron roturas, desprendimientos y fracturas.

Al inicio de la curva, en todas las gráficas, se aprecian mínimas crestas que indican el inicio de las fracturas en la costura en las muestras ensayadas, esto representó la inquietud de un análisis detallado ya que estos productos deben estar completamente sellados de contaminación ambiental o ante el virus SARS-CoV-2 (COVID-19).

**Tabla 1.- Disposición de las probetas en la prensa universal.**



**Gráfica 1.- Ensayo a la tensión en costura a cubrebocas de neopreno en muestra M5\_NEOPRENO**



La tabla 2 demuestra el análisis de datos de los ensayos en la totalidad de los cubrebocas, así como el número y nombre de la probeta. Se considera la primera fractura -estos productos deben estar completamente sellados- así como la fuerza máxima en relación con la carga aplicada kilogramos-fuerza y los milímetros de alargamiento del material. También el tiempo máximo en segundos del total del ensayo, la velocidad de desplazamiento y el tamaño de la fractura al final del ensayo observada con el lente 10x del equipo óptico de medición indirecta Flow.

En las columnas a la derecha se hace un concentrado de los puntos críticos, la primera fractura y la fuerza máxima, en kilogramo-fuerza (kgf), Alargamiento (mm) y tiempo (min) el tamaño de la fractura al final del ensayo y la velocidad de desplazamiento de la mordaza superior de la prensa universal para realizar el ensayo.

Por último, se encuentra un grupo de columnas de promedios totales de los ensayos realizados en los cubrebocas de los dos materiales, neopreno y espuma de neopreno en sus unidades kilogramos-fuerza y milímetros y minutos respectivamente, así como también el promedio del tamaño de fractura al final de los ensayos como también el promedio de las velocidades de desplazamiento de las distintas pruebas.

**Tabla 2.- Datos descargados de los ensayos a la tensión total cubrebocas de neopreno y espuma de neopreno.**

GRAFICO	Muestra:	M4-TT-NEOPRENO			TAMAÑO DE FRACTURAS (mm)	velocidad despl. (mm/min)
		Unidades	Primera fractura	Fuerza maxima		
1	kg	8.4	12.76	379.66	0.12	50
	mm	244	316.37			

M4-TT-NEO	puntos criticos		TAMAÑO DE FRACTURAS (mm)	velocidad despl. (mm/min)
	Primera fractura	Fuerza maxima		
fuerza (kgf)	8.4	12.76	0.12	50
Alarg. (mm)	244	316.37		
tiempo (min)	4.88	379.66		

muestras	Promedios totales			velocidad despl. (mm/min.)
	Primera fractura	Fuerza maxima	TAMAÑO DE FRACTURAS (mm)	
fuerza (kgf)	9.12	15.26	0.09	48.46
Alarg. (mm)	194.08	277.64		
tiempo (min)	4.05	351.95		

## CONCLUSIONES

Los cubrebocas de neopreno, en promedio, antes de la primera fractura resisten 9.2 kgf, mientras que los de espuma de neopreno tienen una resistencia aproximada de 18.40 kgf -debido a elasticidad propia del segundo material- demostrada en los ensayos a la tensión, es decir los cubrebocas de espuma de neopreno son 100% más resistentes y antes de las cargas

respectivas garantizan un sellado de seguro en la costura. Además, por las observaciones hechas a las muestras ensayadas en los dos materiales se deduce que después de la primera fractura y el máximo de carga aplicada, los cubrebocas se consideran inservibles en los dos tipos de materiales.

Derivado de lo anterior y con los datos obtenidos en los ensayos a la tensión se dedujo que el tamaño de la fractura por la manipulación diaria del cubrebocas de neopreno se aproxima al tamaño del virus covid-19 en un 92%, mientras que el de espuma de neopreno en un 59%. Y si se sigue manipulando el mismo cubreboca durante una semana y un mes, en la abertura sobrepasará al tamaño del SARS-CoV-2 en los dos materiales un promedio de entre 451% y 2396% en tamaño respectivamente.

Por lo tanto, se emiten las siguientes recomendaciones para el fabricante, informar a los usuarios que, para garantizar una protección a las vías respiratorias y boca, el producto presentó fracturas en pruebas de tensión superiores a 9.2 kgf y 18.40 kgf en cubrebocas de neopreno y espuma de neopreno respectivamente.

Hacerle saber al usuario las indicaciones y periodo de uso para evitar fracturas en costura y garantizar el sellado de nariz y boca.

Elaborar un análisis antropométrico para uniformizar bajo técnicas ergonómicas, el tamaño normal de rostros grandes, medianos y pequeños, esto para evitar un uso y manipulación excesivas que aumente el riesgo de fractura en la costura del cubrebocas.

Asegurar la unión no permanente en las piezas del cubreboca de neopreno y espuma de neopreno para resistan manipulaciones mayores de una semana o un mes y esto evite agrandamiento de fracturas en la costura.

ambo

## **BIBLIOGRAFÍA**

- IMSS.GOB (2020) Para prevenir contagios por COVID-19 cubrebocas debe cubrir nariz y boca, señalan epidemiólogos del IMSS. <http://www.imss.gob.mx>
- Materiales plásticos (2020) <https://www.edu.xunta.gal/centros/iesfelixmuriel/>
- Mojica-Crespo, R. y Morales Crespo, M.M. (2020) Pandemia COVID -19, la nueva emergencia sanitaria de preocupación internacional: una revisión. *Medicina de familia SEMERGEN*, 72-84
- Neopreno ficha técnica (2020) <https://www.lorkindustrias.com>
- Parker-Pope, T. (2020) Cual es el mejor material para el cubrebocas. *New York Times*, <https://www.nytimes.com/es>
- Raymond, K., Othmer D. (1984) *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3ª. ed. New York: John Wiley and Sons.
- Seymour, R. (1995) *Introducción a la Química de los Polímeros*. España: Reverté