



## Metodología de validación de un arnés de protección de caídas

*Methodology for validating a fall protection harness*

OMAR SOTO SOTELO<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Maestría en Ingeniería Industrial, Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: al238323@alumnos.uacj.mx

<b>N.º de resumen</b>	<b>Formato</b>
8CP24-4	Ponencia
<b>Tema</b>	<b>Presentador</b>
	Omar Soto Sotelo
<b>Fecha de la presentación</b>	<b>Estatus</b>
Noviembre 21, 2024	Resultados preliminares

### Resumen

El objetivo de esta investigación es validar un arnés de seguridad mediante el análisis del comportamiento de los esfuerzos a los que se somete el producto (FBH) para determinar un nivel de confiabilidad, identificar de puntos críticos del producto y sus modos de falla. Mediante pruebas de vida acelerada, se pretende determinar la probabilidad de falla y determinar el parámetro de forma de la distribución de esfuerzos. Las hipótesis planteadas son las siguientes: H0: las pruebas de funcionalidad del arnés permiten identificar los puntos críticos y sus modos de falla; H1: la prueba de vida acelerada permite determinar la probabilidad de falla del arnés y H2: el análisis Weibull de los datos de la prueba acelerada permite determinar las características del material que presentan la resistencia mínima requerida para el arnés. Los objetivos son: 1) definir el plan de pruebas y la secuencia de validación, 2) determinar los modos de falla y 3) definir la confiabilidad que tiene un FBH mediante un modelo de análisis de daño acumulado. En la metodología, para determinar el nivel de estrés se referencia el estándar a utilizar que requiere un mínimo de 3600 libras de impacto a las cuales debe ser sometido el producto. También, se realizó una experimentación preliminar con gasto de  $n = 4$  para definir el punto de altura en caída libre que debe tener el producto para adquirir un esfuerzo sobre 3600, los que dio como resultado una altura de caída de 9 pies. Actualmente, se desarrolló el plan de prueba a cero fallas para determinar la cantidad de muestras a utilizar en la validación, con una  $R(t) = 95\%$  y un nivel de confianza de 0.6321, obteniendo una  $n = 20$ , con una beta aproximada de 2.5 (análisis de aproximación binomial). Para justificar el parámetro de forma, se realizó una experimentación mediante lipson equality, estableciendo un tamaño de muestra robusta  $n = 6$ , presentando un modelo de daño acumulado con aumentos de un pie de caída libre hasta la falla y el plan de prueba. Debido a la restricción de recursos en la investigación, se requiere que el plan de prueba sea reducido de una muestra  $n = 20$  hasta  $n = 10$ , por lo cual se calcula el nuevo tiempo de prueba determinado en los cálculos como  $t_1 = 6.53$  minutos. En el escenario que no tuviera factibilidad experimentar en el nuevo tiempo de prueba, se calcularía el nuevo nivel de daño a utilizar mediante la ecuación de Vida-Estrés Acelerada, en razón de que no se cuenta con un tiempo de prueba que ponga en riesgo la experimentación o los recursos del laboratorio, y se optaría por correr al nuevo tiempo de experimentación. Como resultados preliminares, se tienen disponibles las muestras para pruebas, el espacio y los recursos dentro del laboratorio se encuentran disponibles para experimentación, se tiene validado el tiempo de experimentación y los requerimientos de la normativa ANSI Z359.11-2021 están definidos.

**Palabras clave:** vida acelerada; Weibull; prueba; validación.



## Abstract

The objective of this research is to validate a safety harness by analyzing the behavior of the stresses to which the product is subjected (FBH) to determine a level of reliability, identify critical points of the product and its failure modes. Through accelerated life tests, it is intended to determine the probability of failure and determine the shape parameter of the stress distribution. The hypotheses raised are the following: H0: the functionality tests of the harness allow to identify the critical points and their failure modes; H1: the accelerated life test allows to determine the probability of failure of the harness and H2: the Weibull analysis of the accelerated test data allows to determine the characteristics of the material that present the minimum resistance required for the harness. The objectives are: 1) to define the test plan and the validation sequence, 2) to determine the failure modes and 3) to define the reliability of a FBH through an accumulated damage analysis model. In the methodology, to determine the stress level, the standard to be used is referenced, which requires a minimum of 3600 pounds of impact to which the product must be subjected. Also, a preliminary experimentation was carried out with an expenditure of  $n = 4$  to define the point of height in free fall that the product must have to acquire a stress over 3600, which resulted in a fall height of 9 feet. Currently, the zero-failure test plan was developed to determine the number of samples to be used in the validation, with an  $R(t) = 95\%$  and a confidence level of 0.6321, obtaining an  $n = 20$ , with an approximate beta of 2.5 (binomial approximation analysis). To justify the shape parameter, an experimentation was carried out using Lipson equality, establishing a robust sample size  $n = 6$ , presenting a cumulative damage model with increases of one foot of free fall until failure and the test plan. Due to resource restrictions in the investigation, the test plan is required to be reduced from a sample  $n = 20$  to  $n = 10$ , for which the new test time determined in the calculations is calculated as  $t_1 = 6.53$  minutes. In the scenario where it is not feasible to experiment in the new test time, the new damage level to be used would be calculated using the Accelerated Stress-Life equation, because there is no test time that puts the experimentation or the laboratory resources at risk, and it would be decided to run to the new experimentation time. As preliminary results, the samples for testing are available, the space and resources within the laboratory are available for experimentation, the experimentation time has been validated and the requirements of the ANSI Z359.11-2021 standard are defined.

**Keywords:** validation; stress; strength; test; functionality.

## Entidad legal responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

## Financiamiento

Beca CONAHCYT.

## Conflictos de interés

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.