



CERTIFICADO DE **INSTALACIÓN** **JAULA ANTIVUELCO** **INTERIOR**

Solicitado por: ACONTRI & ASOCIADOS S.A.C

VEHICULO

MARCA: TOYOTA

MODELO: HILUX

PLACA DE RODAJE

BLY-942

Certificamos que la **JAULA ANTIVUELCO INTERIOR**, ha sido confeccionada e instalada por nuestra Empresa con las especificaciones requeridas por minas, según los estándares solicitados, de acuerdo al Informe Técnico del Laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Surquillo, 15 de Diciembre del 2021


AUTO BOUTIQUE M.L. E.I.R.L.
MARIO LUZON GONZAGA
GERENTE GENERAL



INFORME TECNICO

Lb4-0004-2020

ANALISIS ESTRUCTURAL Y ENSAYOS MECÁNICOS A JAULA DE PROTECCIÓN

SOLICITANTE : **AUTO BOUTIQUE ML E. I. R. L.**

REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 106349

FECHA : Lima, 03 de Enero de 2020

1.	ANTECEDENTES	Se recibió una jaula de protección interior para camioneta, con el objetivo de hacer su análisis y comprobación de resistencia estructural.
2.	DE LA JAULA	Se identificó según el cliente como: Jaula de protección interior para camioneta Hyundai (H1 - COUNTY), Toyota (HILUX - FORTUNER - HIACE - LAND CRUISER PRADO - 4 RUNNER), MITSUBISHI (L200), NISSAN (FRONTIER - NAVARA - NP300), MAZDA (BT-50), FORD RANGER, VOLKSWAGEN (AMAROK), MAHINDRA, CHEVROLET (COLORADO), SSANG YONG (ACTYON - MUSSO - GRAND MUSSO). Jaula de protección de dimensiones globales: Longitud = 1 870 mm. x Ancho = 1 315 mm. x Altura = 1 145 mm. Construida con tubo sin costura ASTM A 53 Gr. B, SCH 40 de diámetro externo 42,0 mm. y 3,2 mm. de espesor. La jaula se ensamblará al interior de la cabina y quedará empotrada a la carrocería del vehículo. Los extremos de los tubos van soldados a una platina de 3,0 mm. de espesor. La platina se ensamblará carrocería del vehículo con pernos de 3/8" de Ø Gr.8.
3.	SUSTENTO DEL ANALISIS	Se realizó el análisis de la estructura de acuerdo al manual para el diseño de estructuras de acero AISC (American Institute of Steel Construction).
4.	PROCEDIMIENTO DE CALCULO	4.1 Determinación de la sección crítica de la estructura Se determinó la zona crítica, asumiendo una posible volcadura del vehículo; de manera que el peso de éste recaiga enteramente sobre la cara superior de la jaula. Si esto ocurriera, el modelo matemático considerado sería una fuerza distribuida uniformemente sobre la longitud total de los tubos de la cara superior.



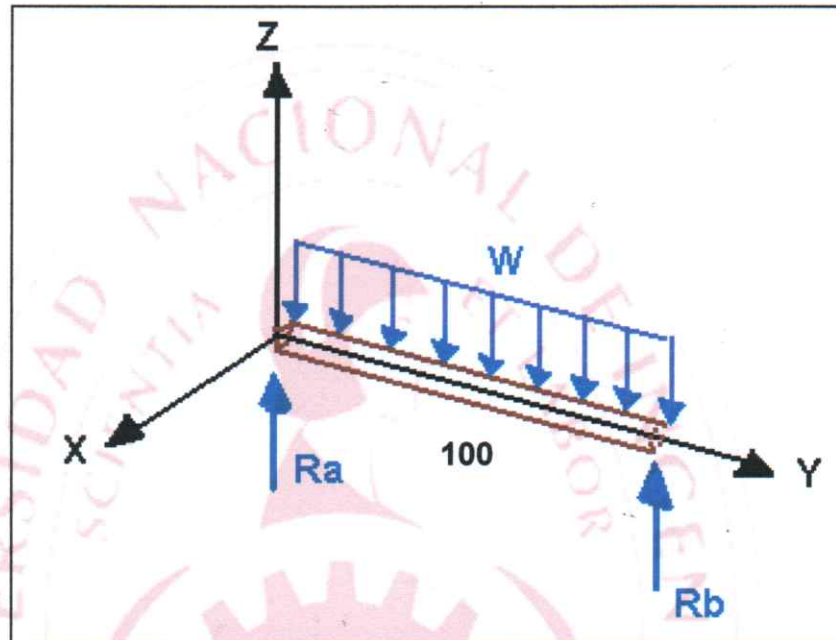


GRAFICO DE CARGAS SOBRE LA ZONA CRÍTICA DE LA ESTRUCTURA

Para nuestro diámetro exterior de $D_o = 42,0 \text{ mm.}$ y espesor de $3,2 \text{ mm.}$, nuestro diámetro interior será de $D_i = 35,6 \text{ mm.}$

Luego el factor (I/c) será:

$$I/c = 2,93 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

El esfuerzo de fluencia S_y para el material ASTM A53 Gr B es de $71\,213,5 \text{ psi}$

$$S_y = 50\,068\,044 \text{ Kg/m}^2$$

Por tanto el momento flector máximo soportado por el tubo será:

$$M = 146,70 \text{ Kg} \times \text{m}$$

4.3 Determinación de la fuerza máxima soportada

Calculamos la longitud total de tubo en la cara superior de la jaula:

$$L_{cs} = 6,51 \text{ m}$$

Para una fuerza F_{max} la carga distribuida sobre la longitud total de la cara superior de la jaula sería:

$$W = F_{max} / L_{cs}$$

$$W = F_{max} / 6,51$$



Las reacciones sobre el tramo de 1,00 metros de longitud serían:

$$R_a = R_b = (w \times 1,00) / 2 \dots\dots (3)$$

Luego el momento máximo sobre el tramo de 1,00 metros según el gráfico sería:

$$M = R_a \times (1,00 / 2) - F_{max} (1,00 / 4)$$

$$M = \frac{F_{max}}{6,51} \times \frac{1,00}{2} \times \frac{1,00}{2} - \frac{F_{max}}{6,51} \times \frac{1,00}{2} \times \frac{1,00}{4} \dots\dots (4)$$

Del punto 4.2 el momento es igual a : $M = 146,70 \text{ Kg} \times \text{m}$

Por tanto, reemplazando en la Ecuación (4):

$$F_{max} = 7\,640,2 \text{ Kg. (Carga que soporta toda la estructura)}$$

5. EQUIPOS UTILIZADOS

- Vernier digital marca MITUTOYO, aproximación de 0,01 mm.
- Wincha de 5 m. marca STANLEY, aproximación 1 mm.
- Máquina Universal para Ensayos mecánicos, marca AMSLER, capacidad 5 T.

6. CONDICIONES DE ENSAYO

T. : 26 °C
H.R. : 65 %

7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- Norma ASTM A370 (Ensayos mecánicos de los tubos)

RESULTADOS

8.1 Ensayo de tracción a probeta del tubo

ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)	FUERZA DE FLUENCIA (Kg f)	FUERZA MAXIMA (Kg f)	ESFUERZO DE FLUENCIA Kg/mm ² (Mpa)	ESFUERZO MAXIMO Kg/mm ² (Mpa)	ELONGACION %
3,20	12,80	50,80	58,10	2 053	2 490	50,1 (492)	60,79 (596)	14,4

Según norma ASTM para acero ASTM A53 Gr. B

ESFUERZO DE FLUENCIA - Min. (Mpa)	ESFUERZO MAXIMO (Mpa)	ELONGACION Min. %
275	485	12,5



8.2 Ensayo de flexión								
	<table><tr><th>LONGITUD DEL TRAMO ENSAYADO (cm.)</th><th>CARGA DISTRIBUIDA DE FLEXION (Kg)</th><th>RESULTADO</th></tr><tr><td>50</td><td>1 000</td><td>Sin deformación</td></tr></table>	LONGITUD DEL TRAMO ENSAYADO (cm.)	CARGA DISTRIBUIDA DE FLEXION (Kg)	RESULTADO	50	1 000	Sin deformación	
LONGITUD DEL TRAMO ENSAYADO (cm.)	CARGA DISTRIBUIDA DE FLEXION (Kg)	RESULTADO						
50	1 000	Sin deformación						
9.	CONCLUSION	9.1 La carga estática máxima que puede soportar la jaula sin llegar a la deformación plástica es de: 7 640,2 kg, como carga distribuida que es mayor a 1 273,3 kg/pata, que soportaría cada pata para las condiciones indicadas. 9.2 La variación en el tipo de unión de los tramos de la jaula, sea esta, una unión empernada o roscada no tienen efecto considerable en la resistencia de la estructura. 9.3 La variación en las longitudes globales de la cara superior de la jaula no modifican considerablemente la resistencia mencionada en la conclusión 9.1, siempre que la variación en longitud del tramo crítico sea menor o igual al 7%. 9.4 De acuerdo con los resultados de los ensayos realizados al material empleado en la fabricación de la Jaula de Protección indicada (Acero ASTM B53 Gr B) este cumple los requerimientos de resistencia mecánica, exigidos por dicha norma (8.1, 8.2).						
* Código de autenticación : I IV EUSE TTIT								



MSC. ING. WINSTON ACEIJAS PAJARES
CIP. 34882
Jefe del Laboratorio de Mecánica – Lab. N°4