

Estructuras de elevadores de carga.

G. Escobar Travieso*, M. Sánchez Noa, L. Martínez Delgado**, Ma. E. García Domínguez**, J. Wellesley-Bourke Funcasta**, C. Fabrè Sentile***.**

*COMETAL, Calzada de Dolores y Final, Arroyo Naranjo.

**Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría". CUJAE.

Facultad de Ingeniería Mecánica. Departamento de Mecánica Aplicada.

Calle 116 s/n. CUJAE. Marianao 15. Ciudad de la Habana. Cuba.

Teléfono: 260-2267. Email: msanchez@mecanica.cujae.edu.cu

***ALCOM, Avda. Independencia km 3 ½, Cerro, Cdad. Habana. Cuba.

Fax: 24 4018

(Recibido el 15 de Marzo de 2004; aceptado el 22 de Mayo de 2004).

Resumen.

Este trabajo tiene como objetivo analizar las tensiones y deformaciones que ocurren en las estructuras del marco de carro, plataforma y cabina de elevadores de carga mediante la aplicación del Método de los Elementos Finitos, específicamente del montaplatos de 300 Kg. de capacidad, con vista a realizar el análisis de resistencia, racionalización del peso y material y las posibles vías de solución.

Palabras claves: Elevador de carga, estructuras, análisis de tensiones, elementos finitos.

1. Introducción.

El desarrollo de la fabricación y remodelación de ascensores en Cuba ha ido en aumento en los últimos años, principalmente en la esfera turística.

La necesidad creciente de elevar la calidad del producto exige nuevas formas y cambios tecnológicos de la producción. Y el diseño

Se necesita analizar la resistencia de las estructuras metálicas del marco de carro, plataforma y cabina. Esto permitirá lograr un producto de alto nivel competitivo que se corresponda con las condiciones tecnológicas de la producción y ligereza del peso del equipo. No es una coincidencia que grupos de especialistas en estructuras, vinculados a universidades como Grandfield en Inglaterra y Braunschweigen en Alemania se dediquen al estudio de las estructuras de diferentes equipos. Estos conjuntos aparentemente simples, poseen dificultades y problemas complejos. Ambas escuelas enfatizan la importancia de lograr un entendimiento en el comportamiento de los perfiles de paredes delgadas que diariamente se utilizan en la construcción de equipos. Existe una importante relación entre el peso y la carga a transportar, donde tiene una influencia considerable la estructura, para la disminución del peso, elemento este que tiene una relación directa en los costos; es por ello necesario establecer un sistema

de cálculo que permita el análisis de las posibles variantes, hasta lograr un resultado adecuado.

2. Características de los elevadores de Carga.

El elevador de carga (montaplatos) es un pequeño ascensor con todas las características de funcionamiento de un ascensor. Se utiliza para transportar materiales y/o mercancías. El montaplatos es un elevador pequeño que puede ser de 100 y 300 kgs de carga nominal. La estructura del elevador de carga está compuesta por la cabina y el bastidor.

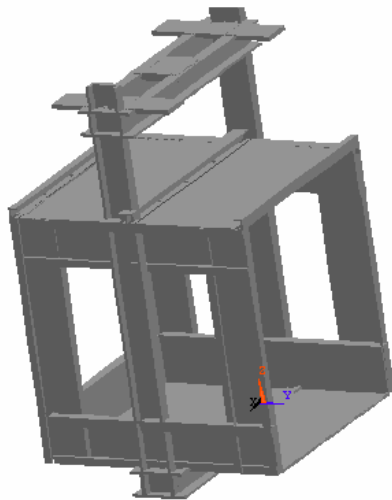
Bastidor (Marco de Carro y Plataforma).

El bastidor es de acero, es el elemento resistente al que se fijan los cables de suspensión, debe ser robusto, calculado con un coeficiente de seguridad mínimo de 5 [1, 2, 5] para resistir las cargas normales de operación.

El ensamble del conjunto cabina-bastidor se muestra en la figura 1.

3. Modelos Físico-Matemáticos.

Para la obtención del Modelo Físico-Matemático de un sistema se requiere cumplimentar, entre otros aspectos, la **geometría del elemento**, analizado y **las cargas actuantes**. Ambos se analizarán a continuación.



Ensamble de marco de carro-cabina de 300 kg.

Figura 1. Ensamble de la cabina con el marco de carro-plataforma.

Geometría del Marco de Carro, Plataforma y Cabina.

El montaplatos está constituido por las siguientes estructuras:

- Marco de carro-plataforma.
- Cabina

Dichas estructuras pueden ser apreciadas en las figuras 2 y 3.

El modelo de elementos finitos conformado para la realización de los cálculos se hizo utilizando elementos de los tipo SHELL y BEAM, se aprovechó la simetría de los elementos para la estrategia de ubicación de los nodos. Se introdujeron las propiedades mecánicas [6] del acero bajo al carbono CT- 3, material con el que se construyeron el Marco de Carro y Plataforma con un espesor de 1.5 mm, expresadas en la tabla 2 y el acero inoxidable 2X13, material empleado en la cabina en la tabla 3.

Tabla No. 2 Propiedades Mecánicas del Acero CT3.

Material	CT3
Limite de resistencia	$\sigma_p = 380 \text{ MPa}$
Limite de fluencia	$\sigma_f = 210 \text{ MPa}$
Modulo de Elasticidad	$E = 2.04 \text{E}5 \text{ MPa.}$
Coeficiente de Poisson	$\mu = 0.3$
Densidad Másica	$\rho = 7.83 \text{ E } -9 \text{ N-S}^2/\text{mm}$
Modulo de Distorsión	$G = 8.0 \text{E} 4 \text{ MPa}$

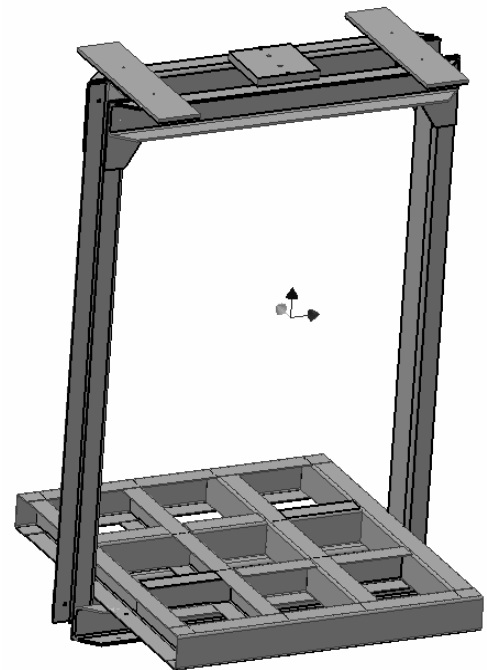
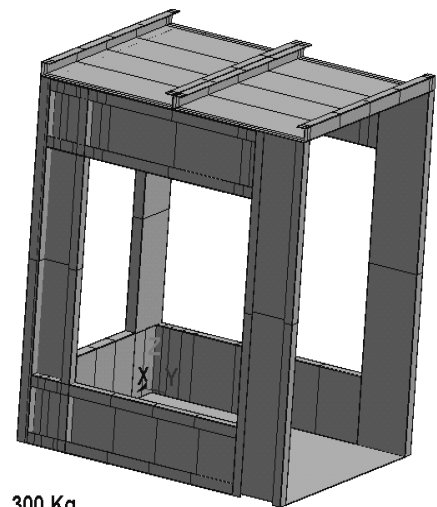


Figura 2. Estructura del marco de carro con plataforma.



CABINA 300 Kg

Figura 3. Estructura de la cabina.

Tabla No.3 Propiedades Mecánicas del Acero 2X13.

Material	2X13
Limite de resistencia	$\sigma_p = 720 \text{ MPa}$
Limite de fluencia	$\sigma_f = 520 \text{ MPa}$
Modulo de Elasticidad	$E = 2.2 \text{E}5 \text{ MPa.}$
Coeficiente de Poisson	$\mu = 0.3$
Densidad Másica	$\rho = 7.75 \text{ E } -9 \text{ N-S}^2/\text{mm}$
Modulo de Distorsión	$G = 8.0 \text{E} 4 \text{ MPa}$

4. Fuerza a cargar.

Fuerzas sobre el marco de Carro.

Las fuerzas sobre el marco de carro son las fuerzas de acción y reacción que se transmiten al mismo durante su funcionamiento:

- El empuje horizontal debido a posibles excentricidades de la carga nominal de 300kg.
- Peso de la cabina

El marco de carro y plataforma tienen que ser suficientemente rígidos como para soportar estas fuerzas y capaz de soportar la de frenado. Los largueros y plataforma tienen que soportar sobre todo, el esfuerzo de frenado.

Se supone que la mitad de la carga máxima en la cabina [1, 2, 5] se sitúa a una distancia desde la proyección vertical del centro de inercia de la carga al plano de simetría de la cabina igual a 1/4 de la anchura de esta (e_x , e_y) según se muestra en la figura 3.

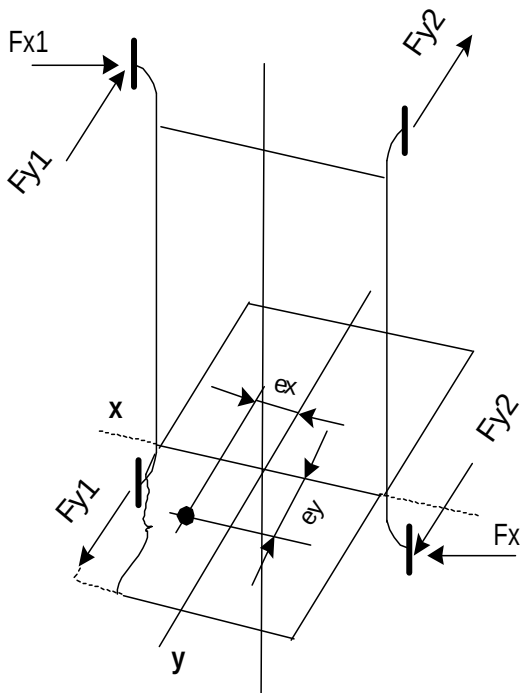


Figura 3. Fuerzas de frenado sobre el marco de carro.

Fuerzas sobre la cabina.

La directiva europea 95/16/CE [2], señala que la cabina deberá estar diseñada y fabricada de forma que su espacio y resistencia correspondan a la carga nominal fijada por el instalador. La norma europea

EN 81-1 [5], precisa que las paredes de la cabina deben resistir una deformación elástica en cualquier punto no superior a 15 mm, provocada por la aplicación de una fuerza perpendicular a la superficie de 300 N. El techo de la cabina ha de soportar sin fallar ni deformarse permanentemente el peso de dos hombres. La norma EN 81-1 [5] confirma que el techo debe resistir el peso de dos hombres, pero concreta que la carga mínima equivalente debe ser de 2 000 N.

5. Modelos de Elementos Finitos.

Marco de carro.

NODAL SOLUTION

USUM
RSYS=0 (mm)
DMX=.909723
SMN=.014621
SMX=.909723

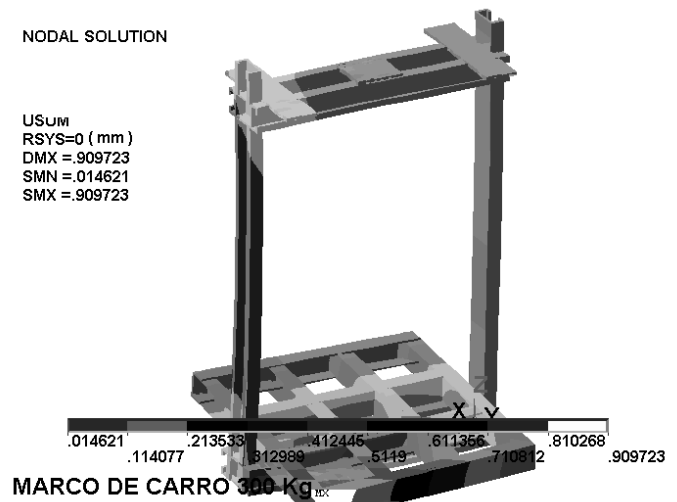


Figura 4. Isozonas de desplazamientos

ELEMENT SOLUTION

SEQV (MPa)
DMX=.909723
SMN=.371E-13
SMX=61.393

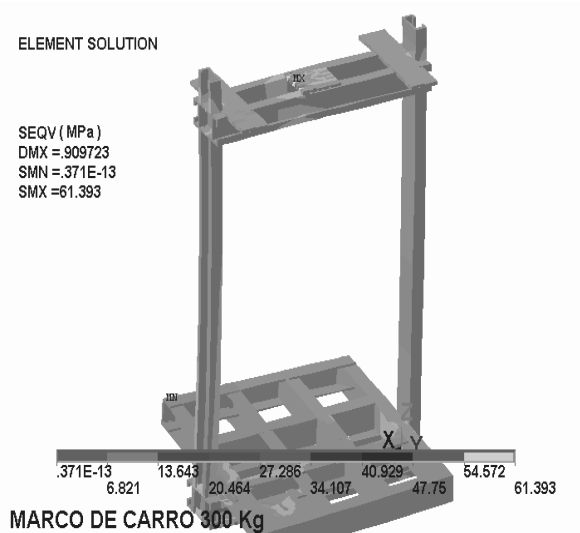


Figura 5. Esfuerzo equivalente según Huber-Mises

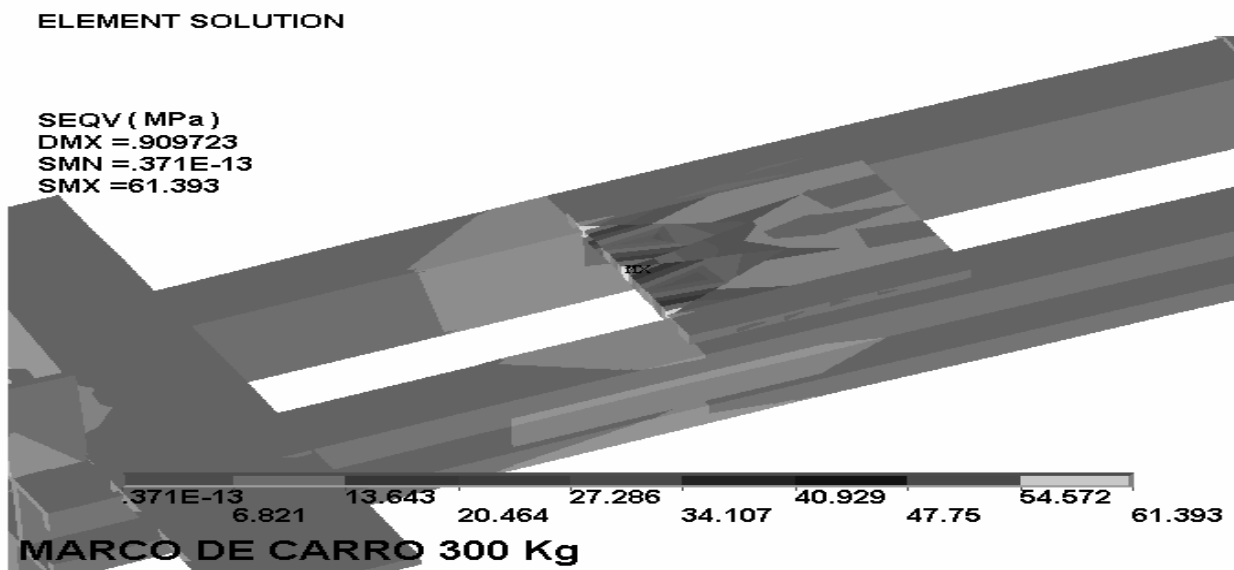
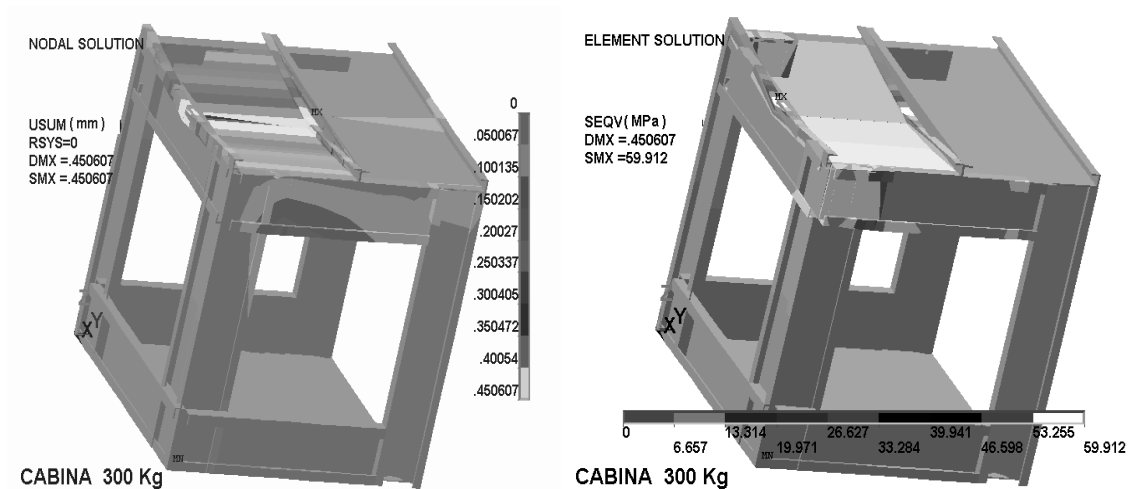


Figura 6. Ampliación de la zona de máximas tensiones.

Cabina.



6. Análisis de resultados.

Marco de carro.

- Se observa que el desplazamiento máximo en la estructura es de 0.909723 mm, valores que no comprometen el funcionamiento normal de la misma.
- El valor máximo de la tensión equivalente es de 61.393 Mpa en la zona de la placa soporte mostrada en la figura 6, el cual determina un coeficiente de seguridad de 3.42.

- El valor del coeficiente de seguridad (3.42) no cumplimenta el valor mínimo recomendado de 5 [1, 2, 5], por lo que se propone aumentar el espesor de la placa soporte de 20 mm a 22 mm.

A continuación se plantea el resultado de la propuesta de variación del espesor de la placa soporte en la figura 9.

Como se observa, la tensión equivalente máxima es de 24.766 Mpa lo que determina un coeficiente de seguridad de 8.479, garantizando la recomendación anteriormente citada.



Figura 9. Tensión equivalente de la estructura con modificación de espesor de placa soporte.

Cabina.

- El desplazamiento máximo es de 0.450607 mm, inferior a los 15 mm admitidos como valor máximo, garantizando que no ocurren deformaciones plásticas en la misma.
- La tensión máxima es de 59.912 Mpa, valor que determina un coeficiente de seguridad de 8.68.

7. Conclusiones.

- Se observa que para las características constructivas (material, espesor) de la estructura del bastidor (marco de carro y plataforma) se cumplen las recomendaciones de fabricación y explotación de este tipo de equipo, salvo en lo que concierne a la placa soporte, la cual necesitó de una modificación que garantice el funcionamiento, siendo esta una recomendación a cumplimentar.

- En lo que se refiere a la cabina, la misma garantiza las condiciones de rigidez y resistencia necesarias para su funcionamiento satisfactorio.

- Se observa la ventaja del empleo del método de los elementos finitos y la solución del mismo mediante un programa profesional que permite realizar el análisis

de estructuras de paredes delgadas, tomando en cuenta todo lo referente a centro de flexión, bimomento, etc.

8. Bibliografía.

1. American National Standard Safety Code for Elevators, Dumbwaiters, Escalators and moving Walks. (Ansi A-17. 1-1971) The American Society of Mechanical Engineers. 345 East 47 th street. New York, N. Y. 10017, USA. 8 th Edition, 1971.
2. Directiva Europea 95/16/CE. Aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a los ascensores. Edición 1995.
3. Janovsky, L. "Elevator Mechanical Design ", Ellis Horwood Series in Transportation, USA, 1998.
4. Manual del Proyectista, COMETAL, Elevadores SOL, Cuba, 1997.
5. Norma Europea EN 81-1. Normas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores de personas, montacargas y montaplatos. Parte 1. Ascensores eléctricos. Edición 1987.
6. Pisarenko, G.S., Yakolev, A.P., Matveev, V.V., "Manual de Resistencia de Materiales", Editorial MIR, Moscú, 1985.

Dumbwaiter structure stress analysis.

Abstract

This paper deals with the tension and deformation analysis in structures of lifter mark, platform and cabin of freight lifters by means of the Finite Elements Method, specifically the 300 kgs capacity dumbwaiter, in order to carry out the resistance analysis, weight and material rationalization.

Key words: Dumbwaiter, structures, stress analysis, finite elements.