

## DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN ERGONÓMICA DE EQUIPO PARA LA INDUSTRIA LOCAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

D. Damia\*<sup>(1)</sup>, W. R. Tonini<sup>(1)</sup>, M. O. I. Castellano<sup>(1)</sup>, D. E. Ferradas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco

<sup>(1)</sup>DeSiMec (Grupo de investigación y desarrollo de Simulaciones mecánicas)

Avenida de la Universidad 501 (2400) San Francisco. Provincia de Córdoba. ARGENTINA.

\*E-mail: david.utn.em@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo general, innovar el diseño y la fabricación de carretillas utilizando diversos puntos de vista de análisis para aumentar la productividad regional con posible sustitución de importaciones o su patentamiento como carácter restrictivo a las mismas y establecer pautas ergonómicas como base para generar normativa de seguridad e higiene en el sector.

Se recopila la información que se crea necesaria para ejecutar correctamente los análisis de trabajo que realizan los equipos, la forma de operarlos para poder definir las pautas ergonómicas a estudiar; relevar el actual proceso productivo y generar las hojas de procesos actuales para poder compararlas con las del diseño propuesto y especificar las dimensiones permitidas y actuales de los medios de transporte nacionales e internacionales para poder calcular el índice de secadez para su transporte.

La aplicación de enfoques cualitativos en los objetivos se hará donde se tenga que comparar variables, métodos y sistemas, y se usará un enfoque cualitativo que permita crear las respuestas de manera novedosa en los objetivos particulares. Se realizarán estudios descriptivos de las simulaciones por elementos finitos para dar respuestas a los objetivos relacionados.

En primer lugar se llevó a cabo el relevamiento de las medidas de la carretilla para luego poder generar el modelado 3D a través del programa SolidWorks®. El modelado se realizó, por un lado el chasis con la herramienta "Shell" y por otro la batea con la herramienta "chapa metálica" en 3 piezas individuales unidas en un ensamblaje. Una vez desarrollado el modelo se generó una carpeta con toda la maquinaria disponible en la empresa para la producción del producto y el nuevo prototipo y de esta manera evaluar la necesidad de adquisición de nuevas herramientas. Concluido lo anterior se confeccionó un flujograma del proceso actualmente empleado, donde se puede apreciar el paso de la materia prima en cada puesto de trabajo y el tiempo empleado hasta obtener el producto terminado. Lo que se busca con esto, es investigar cuales son los puntos donde se puede mejorar el proceso y disminuir los tiempos de producción, logrando una mayor eficiencia.

### MÉTODOS

Realizada la primera etapa de relevamiento de planos y procesos se comenzó a investigar sobre todos los puntos planteados para el trabajo, los cuales son: las reglamentaciones vigentes en Argentina para uso de carretilla, mejoras y normativas en el extranjero para su uso, riesgos durante su manipulación, tamaño de contenedores terrestres y marítimos para su transporte y finalmente se realizó una entrevista a un médico laboral para conocer factores que afecten la salud del operario.

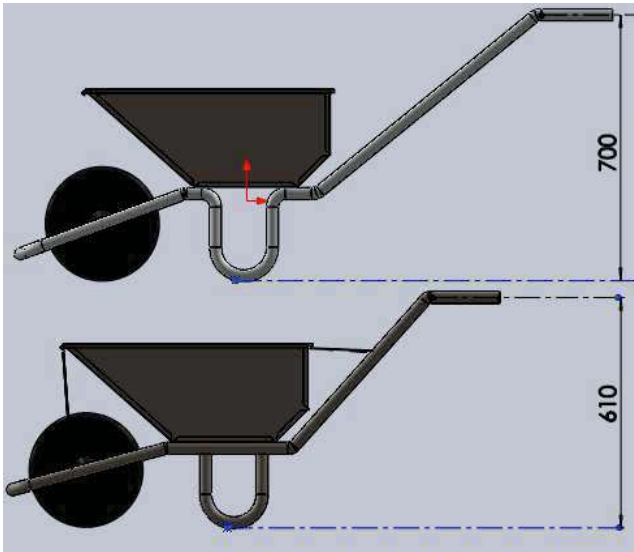
Con toda la información recopilada se buscó la manera de hacer la carretilla lo más ergonómica posible para el promedio de la población argentina, en donde se tiene en cuenta la altura promedio del hombre y su separación entre hombros, además de la posición del refuerzo entre apoyos de la herramienta para que no moleste en su traslado.

De esta manera los puntos seleccionados para la modificación del chasis son las siguientes:

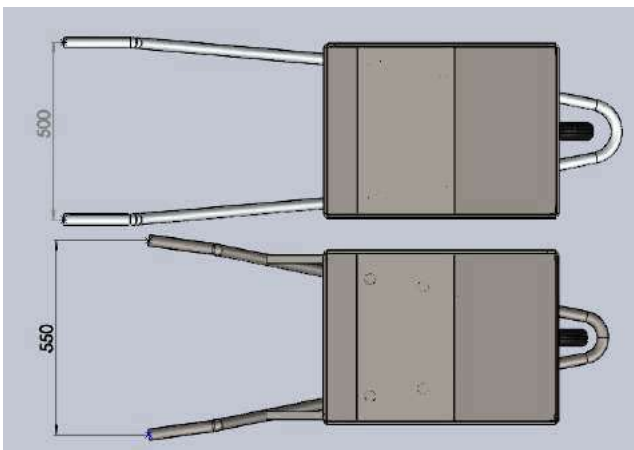
1. Altura de las manijas al suelo.
2. Separación entre manijas.
3. Posición del refuerzo entre apoyos.
4. Carga máxima útil del producto.
5. Fuerza necesaria para su utilización, modificando el punto de apoyo y la distancia del peso al punto de aplicación de la fuerza.
6. Tipo de rueda para absorción de impactos.

### RESULTADOS

Para poder realizar los cálculos para cumplir con los puntos 1 y 2 de dimensiones del chasis se utilizó la siguiente información: "Las medidas del hombre argentino promedio son 100,8 cm / 89,6 cm /94,6 cm. 1,74 m de altura y 74,4 kg. Los datos surgen de un censo de medidas que viene realizando desde hace dos años la división de textiles del INTI." Con lo que obtuvimos una altura de manijas al suelo de 70 cm. (fig. 1) y una separación de 50 cm (fig. 2).



**Fig. 1** Comparación entre altura de modelos: (prototipo arriba y actual abajo).



**Fig. 2** Comparación entre las separaciones de agarres de los modelos. (prototipo arriba y actual abajo).

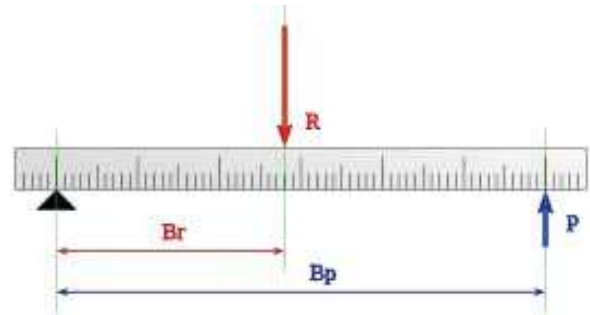
Con respecto al punto 3 se decidió cambiar la posición del refuerzo entre los apoyos del punto cercano a la persona al punto cercano a la rueda para que no interfiera en el caminar de la misma.

En el punto 4 se realizó un análisis por MEF para corroborar que la estructura y la batea resistan los 70 litros de capacidad de la batea cuando esta está completamente cargada de hormigón. Los resultados se exponen en otra publicación por su extensión.

Para lograr cumplir con el punto 5, en el diseño del chasis se consideró la carga máxima y se fueron variando la distancia del centro de masa al punto de apoyo y la distancia del centro de masa al punto de aplicación de la fuerza. Por esta razón en las figuras 1 y 2 se puede observar que el chasis es considerablemente más largo en el modelo reformado. Para lograr esto se utilizó la ley de la palanca (1).

$$P * Bp = R * Br \quad (1)$$

Para el caso de palanca de 2° grado.



**Fig. 3** Palanca de 2° grado.

Finalmente para poder cumplir con el punto n° 6 se optó por reemplazar la rueda de goma compacta por una ruda neumática, ya que esta tiene mayor capacidad de absorción de impacto.

## CONCLUSIONES

Podemos observar que hasta el momento se logró modificar un elemento simple como es la carretilla para lograr mejoras ergonómicas y un menor daño en la salud del usuario. Además es importante mencionar que los tiempos de producción se verán reducidos debido a que el nuevo modelo no requerirá soldaduras en el chasis por su producción en una sola pieza y no en tres. Pero este trabajo continúa debido a que faltan los análisis para corroborar la resistencia del nuevo prototipo y además poder lograr la mejor disposición para su traslado en cantidad con las dimensiones de los contenedores disponibles en el mercado.

## REFERENCIAS

- <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/cuerpos-argentinos-el-83-cree-que-debe-adelgazar-nid1978404>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Palanca>
- Consultas a médicos laborales.
- <https://www.youtube.com/watch?v=FKKzdiWThLE>
- [https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/R6E17070\\_Ficha-de-riesgos\\_Carretillas-de-mano\\_Asepeyo.pdf](https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/R6E17070_Ficha-de-riesgos_Carretillas-de-mano_Asepeyo.pdf)
- 2015 © DassaultSystèmes, "Structural Analysis" [Online]. Available:  
<http://www.solidworks.com/sw/products/simulation/structural-analysis.htm>. [Accessed: 15-May-2017].