

02-009

ANALYSIS OF EXTERNAL LOADS ON CONCRETE SLABS ON GROUND IN AGRICULTURAL WAREHOUSES

Gargallo Tatay, Esteban (1); Ferrer Gisbert, Carlos M. (2); Redón Santafé, Miguel (2);
FERRER GISBERT, PABLO S. (3); Ferrán Gozávez, José Javier (2)

(1) Universitat Politècnica de València, (2) Unidad de Construcción del DIRA. Universitat
Politécnica de València, (3) PRINS. Dto Proyectos de Ingeniería (U. Politècnica de València)

Concrete industrial ground floors are construction elements of great importance for the right performance of the daily activities to any agro-industrial process. However, this constructive element is sometimes not given the relevance it deserves through the development of an engineering project, which may result in multiple failures during its lifespan. It has been carried out a thorough survey of the worst location of different acting loads present in concrete slabs of agro-industrial warehouses. The aim of that is to achieve a better knowledge of the contact areas with the ground floor needed for its structural calculation as concentrated or point loads (in fact, they are unknown). For this purpose, a significant number of warehouses has been visited and an experimental methodology has been used to determine the acting stresses caused by the storage of fruit and vegetable products, the location of warehouse machinery and the transport of products with stevedoring vehicles.

Keywords: Slabs on ground; loadings; contact surfaces; agricultural warehouses; forklift trucks; shelving.

ESTUDIO DE LAS ACCIONES EXTERIORES SOBRE SOLERAS DE HORMIGÓN EN CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS

Las soleras de hormigón son elementos constructivos de gran relevancia para un correcto funcionamiento de las actividades diarias de cualquier proceso agroindustrial. Elemento constructivo que, en ocasiones, no se le atribuye la importancia que merece durante el desarrollo de los proyectos de ingeniería, pudiendo ocasionar como resultado múltiples fallos durante su vida útil. Con el objetivo de conocer mejor las áreas de contacto que permitan analizar el cálculo como acciones concentradas (de hecho se desconocen), se ha realizado un estudio de los posibles puntos más desfavorables, en cuanto a cargas se refiere, para las soleras en los almacenes hortofrutícolas. Para ello se han visitado una serie significativa de almacenes en donde se ha realizado una metodología experimental para la determinación de las solicitaciones actuantes, ocasionadas por el almacenamiento de productos hortofrutícolas, localización de maquinaria de almacén y transporte de productos con vehículos estibadores.

Palabras clave: Soleras de hormigón, cargas; áreas de contacto; centrales hortofrutícolas; carretillas estibadoras; estanterías.

Correspondencia: Carlos M. Ferrer Gisbert. Correo: caferrer@agf.upv.es



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

Las soleras de hormigón son elementos constructivos de gran relevancia para un correcto funcionamiento de las actividades diarias dentro de cualquier proceso agroindustrial. Sin embargo, su diseño con el debido rigor se suele pasar por alto durante el desarrollo del proyecto del edificio, pudiendo dar lugar a múltiples fallos durante su vida útil. Además, la escasez de normativa específica en España, a diferencia de otros países (Concrete Society, 2014) (ACI-360,2010), (Juhasz & Schaul, 2019) hacen que esta parte de los proyectos de construcción queden en muchos casos con una ejecución deficiente que reporta problemas en un corto o medio plazo. Para conocer cuáles son las cargas más importantes que considerar en los cálculos de solera en estos tipos de industrias se han visitado distintas empresas del sector, permitiendo determinar cómo puntos más críticos, el transporte de palés por los vehículos estibadores y el almacenamiento frigorífico de las unidades de carga a la espera de su expedición.

En las centrales hortofrutícolas podemos diferenciar dos tipos principales de palés. En primer lugar, los que llegan a la central con la fruta recién recolectada en cajones de polietileno de alta densidad. Estos palés suelen tener unas dimensiones de 100x120 cm y un peso aproximado de 20 kg, portando habitualmente cada palé 6 cajones por altura y 6 anchuras, lo que hacen un total de 36 cajones, equivalente a 720 kg (estimando un peso por cajón con fruta de 20 kg, el peso de los cajones suele rondar los $2,5 \text{ kg} \pm 4 \%$). El transporte de estos palés desde los remolques de los tractores hasta las cámaras frigoríficas es continuo, teniendo que soportar la solera estas cargas producidas por las ruedas de los vehículos. Además, cuando sea necesario volcar esta fruta a la línea de confección, nuevamente se repetirá el proceso, esta vez desde la cámara frigorífica hasta el volcador de la línea.

Por otro lado, se encuentran los palés confeccionados con la fruta ya seleccionada y preparada para su expedición. Las dimensiones de estos palés son variables, dependiendo de los requerimientos de los clientes y los países de destino, variando así mismo el número total de cajas a soportar, así como el tamaño y disposición de estas. La temperatura de la fruta que contienen estos palés deberá bajarse antes de su carga en el camión. Siendo el tiempo de almacenamiento, en ocasiones, indeterminado si se confecciona producto en *stock*, por ejemplo. Esto hace necesario, para aprovechar al máximo el espacio de las cámaras frigoríficas un almacenamiento, en altura de los palés confeccionados.

El objetivo del presente artículo es determinar las cargas exteriores ocasionadas por los vehículos estibadores utilizados más habitualmente en las centrales hortofrutícolas. De igual modo, las estanterías y zonas de almacenamiento en altura de la mercancía pueden suponer un punto crítico para la solera. Por este motivo, se valorará mediante mediciones *in situ* de las áreas de contacto, tanto de las placas de anclaje de las estanterías como de las ruedas de los vehículos con la solera, y con los cálculos posteriores, el alcance de estas cargas que a priori se desconocen (Matini, Bonelli & Rivola 2020) (Serykh, Chernysheva & Degtyar, 2019), para abordar dimensionados posteriores (Juhasz & Schaul, 2019) y donde se tendrá en cuenta distintos tipos de terreno (Urbonas, Slizyte & Sapalas, 2021) (Turkis, Urbonas, Slizyte; Medzvieckas, Mackevicius & Sapalas,2020).

Metodología

Este apartado realiza la toma de datos en instalaciones agroindustriales de las variables geométricas y situaciones de carga que caracterizan a las carretillas estibadoras y a las estanterías. A partir de los valores obtenidos, se realiza un análisis de regresión para obtener las distintas relaciones de longitud de área de contacto del elemento portante respecto a su capacidad de carga.

Determinación de las cargas ocasionadas por las carretillas estibadoras

Existe una grandísima variedad de vehículos para el transporte de cargas dentro de los almacenes, tales como: transpaletas manuales, transpaletas eléctricas, apiladores eléctricos, recogepedidos, carretillas retráctiles, contrapesadas eléctricas o de combustión interna (CI), tractores de arrastre y carretillas trilaterales, entre otros.

Por su extendido uso y por ser máquinas muy pesadas, capaces de cargar mercancías también pesadas durante largas distancias, serán las contrapesadas eléctricas, también llamadas carretillas estibadoras, el objeto de análisis en las experiencias realizadas en las empresas visitadas.

En el mercado podemos encontrar una gran disponibilidad de modelos de carretillas contrapesadas eléctricas, siendo muy diferentes los unos de los otros. El área de contacto de sus ruedas está determinada por muchos factores tales como: el tipo de rueda, el peso de la batería y del equipo en general o la capacidad de carga máxima que podrá soportar. Por este motivo, se han tomado mediciones de las carretillas más habituales que podemos encontrar en los almacenes hortofrutícolas. Estas suelen tener una capacidad nominal entre 1,5 t y 2 t, pero puede variar en función de las necesidades específicas del almacén.

En cada una de las siguientes experiencias se hacen dos o tres mediciones de la superficie de contacto de la rueda con la solera (Ferrer & Ferrán, 2000). La primera de ellas se realiza con la máquina sin levantar carga, únicamente con el peso propio y del conductor. La segunda de las mediciones, en el caso de realizarse, se hace a media carga, es decir, con un palé portando 18 cajones. Por último, la tercera de las mediciones se realiza con el palé portando 36 cajones.

La primera experiencia fue realizada en la Cooperativa Agrícola del Bajo Turia – COBATUR, ubicada en término municipal de Bugarra. En la Figura 1 se puede apreciar una contrapesada eléctrica marca Linde, modelo E16 – 01, con una capacidad nominal de 1.600 kg, cargando un palé con 36 cajones de plástico utilizados para recolectar cítricos. El peso de este palé es de 843 kg, con el que se tomó una medición.

Figura 1. Carretilla cargando un palé con 36 cajones



En la Figura 2 se aprecia como la carga se ha reducido considerablemente, cargando en esta ocasión 404,5 kg. Se han retirado para esta medición los 18 cajones superiores.

Figura 2. Carretilla cargando un palé con 18 cajones



Conociendo los pesos de la carga soportada por la carretilla, su propio peso, el peso del conductor, y la variación de la superficie de contacto de las ruedas con la solera en cada una de estas situaciones, se podrá determinar la carga sobre la solera en condiciones de carga máxima.

La segunda experiencia se realizó en la Cooperativa de Catadau S. Coop. V., en el término municipal de Catadau (Valencia). Nuevamente se trata de una contrapesada eléctrica, pero en esta ocasión de la marca Toyota, modelo 8FBET16, con una capacidad nominal de 1.600 kg. Se tomaron tres mediciones: una sin carga, otra a media carga (Figura 3), y otra con el palé completo.

Figura 3. Carretilla estibadora TOYOTA 8FBET16



También se visitaron concesionarios de maquinaria para almacenes. En el concesionario Toyota Material Handling España S.A., ubicado en Paterna (Valencia), se tomaron dos mediciones de una contrapesada eléctrica marca Toyota modelo 8FBET20, con una capacidad nominal de 2.000 kg. Al tratarse de un concesionario y no disponer de básculas

para la medición de la carga a levantar, se empleó una batería con un peso de 1025 kg \pm 5%, de acuerdo con su placa informativa (Figura 4).

Figura 4. Carretilla estibadora TOYOTA 8FBET20



Los últimos datos de la presente ponencia se tomaron en el concesionario Tecnodelsa S.L., situado en el término municipal de Beniparrell (Valencia). Se tomaron mediciones de dos de los modelos más distribuidos por esta empresa en las centrales.

El primero de los vehículos (Figura 5) es una contrapesada eléctrica marca Toyota, modelo 8FBE16T, con una capacidad nominal 1.600 kg.

Figura 5. Carretilla estibadora TOYOTA 8FBE16T



El segundo de los vehículos con el que se tomaron mediciones fue el modelo 8FBM16T, también marca Toyota, de 1.600 kg de capacidad nominal (Figura 6). Este vehículo se diferencia principalmente de los descritos anteriormente en la disposición de sus ruedas traseras.

Figura 6. Carretilla estibadora TOYOTA 8FBM16T



Determinación de las cargas ocasionadas por las estanterías de almacenamiento

En los almacenes hortofrutícolas es habitual disponer de estanterías dentro de las cámaras de producto confeccionado, en donde se almacena la fruta para reducir su temperatura antes de cargar los camiones. En este apartado se exponen algunas de las estanterías observadas con sus características (Tabla 1), estimando en el apartado “Resultados” las cargas que ocasionarían sobre la solera en situaciones de carga. Estas estanterías de palés no suelen contar con más de tres niveles, siendo lo habitual entre dos y tres, alcanzando los palés pesos muy variables, desde los 650 kg a los 1.200 kg, por lo que se tomará para los cálculos un peso medio de palé de 1.000 kg (Ferrer ,Ferrán & Redón 2016)

No obstante, menos el tamaño de las placas de anclaje, se puede encontrar bastante información de disposición y tipología en los manuales de (Mecalux, Esmena, 2011), aunque la dispersión del tipo de estanterías es bastante grande y conviene contrastarlas ‘in situ’.

Tabla 1. Datos de interés de las estanterías estudiadas

Nº Figura	Tamaño placas (ancho x profundo)	Área placas (cm ²)	Nº Columnas	Separación entre placas columnas (cm)	Nº Filas	Separación entre placas filas (cm)	Nº Alturas	Separación entre alturas (cm)
7	12,5x14	175	10	132	9/1	130/61,5	3	250/220
8	11x14	159,5	8	135	8	120	3	250
9	9x15	135	4	135	8	100	2	250

Nota: En el caso de haber alguna medida distinta al resto se indica mediante una barra divisoria (/).

En la Figura 7 se aprecia el interior de una cámara de pre-enfriado de cítricos con tres niveles. Esta estantería distribuye la carga al suelo mediante placas de anclaje 12,5 x 14 cm. Ocupando una superficie de cámara de 130,86 m², es capaz de soportar cerca de 200 t a pleno uso.

Figura 7. Estantería de palés confeccionados



En la Figura 8 se muestra otra estantería dedicada también al pre-enfriado de los palés confeccionados. En esta ocasión ocupa casi la totalidad de la superficie de la cámara, cerca de 79 m², contando nuevamente con tres niveles capaces de soportar en torno a las 110 t.

Figura 8. Estantería de palés confeccionados



Figura 9. Estantería en cámara de desastringentado de caqui



Las estanterías de estos almacenes tienen una estructura muy similar, con dimensiones de placa de anclaje parecidas a las expuestas. A pesar de ello, se presenta un ejemplo más para dejar constancia de que no solo se encontrarán estanterías en cámaras de pre-enfriado. En el caso concreto del caqui, podemos encontrar estanterías en las cámaras utilizadas para eliminar de la astringencia de este producto. Estas cámaras son habitualmente de reducidas dimensiones, por lo que la estantería, como se puede apreciar en la Figura 9 es pequeña, contando únicamente con dos alturas y capacidad para 21 t.

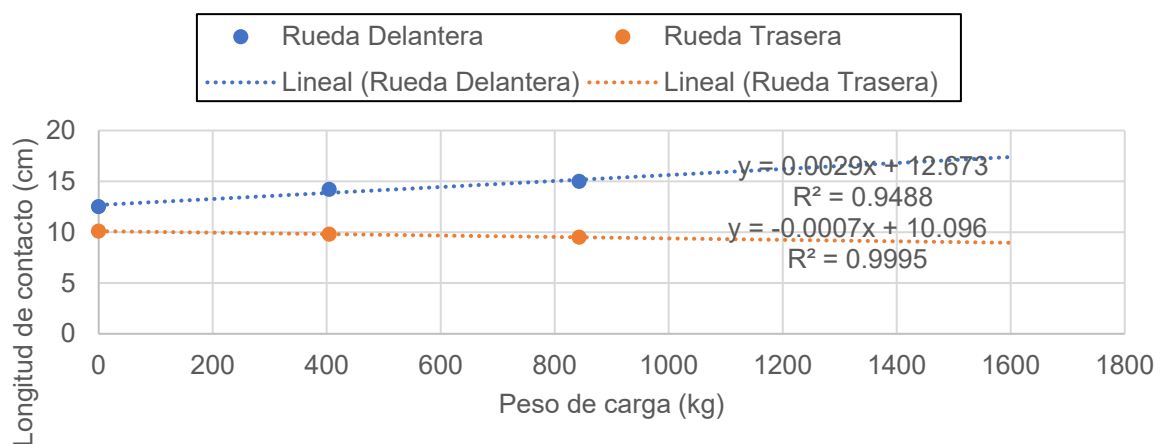
Resultados

Carretillas estibadoras

Siguiendo el mismo orden que el apartado anterior, se muestran los gráficos resultantes siguiendo el procedimiento expuesto por Ferrer (1998). Se representan para cada uno de los vehículos los valores de las longitudes de contacto de rueda delantera y trasera frente al peso de carga aplicado, así como los pesos frente al área de contacto de cada tipo de rueda, considerándose una deformación de rueda transversal despreciable y una superficie de huella de tipo rectangular.

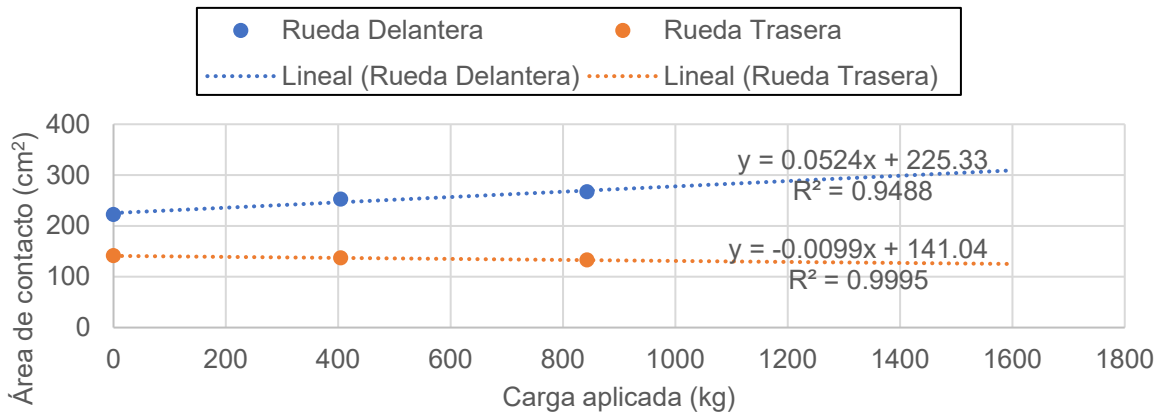
En todos los gráficos se ha intentado representar la tendencia creciente o decreciente de las magnitudes de contacto a medida que se aumenta la carga sobre los distintos vehículos, permitiendo predecir los valores en las situaciones límites.

Figura 10. Evolución de la longitud de contacto en función de la carga para carretilla LINDE E16-01. Capacidad Nominal 1.600 kg



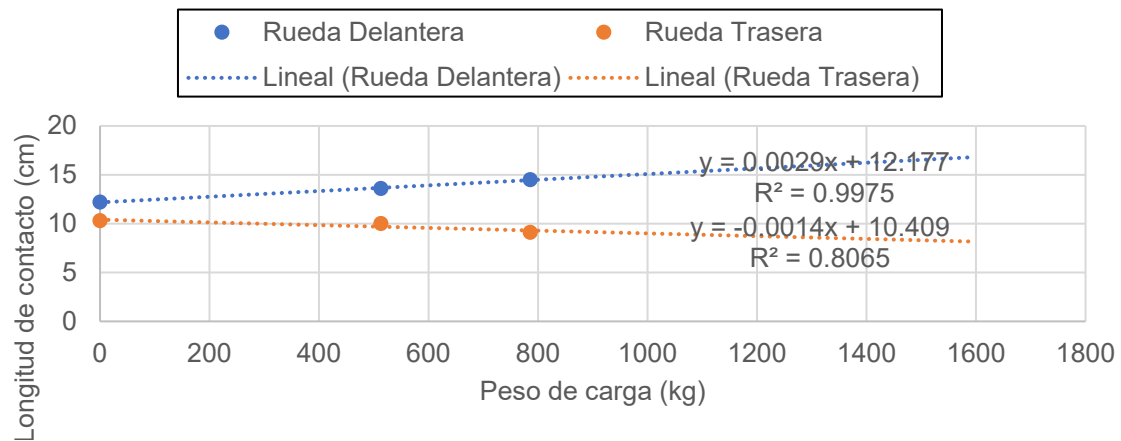
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Cooperativa Agrícola del Bajo Turia.

**Figura 11. Evolución del área de contacto en función de la carga para carretilla LINDE E16-01
Capacidad Nominal 1.600 kg**



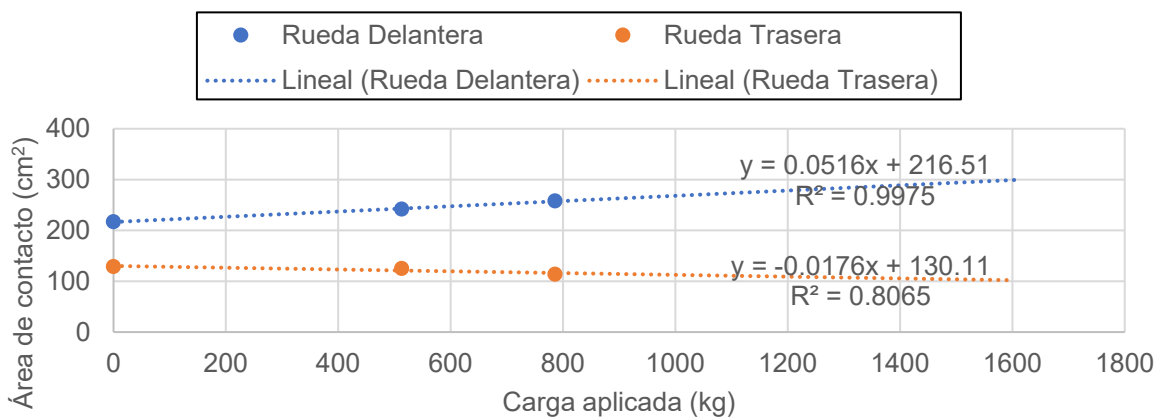
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Cooperativa Agrícola del Bajo Turia.

**Figura 12. Evolución de la longitud de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA
8FBE16T. Capacidad Nominal 1.600 kg**



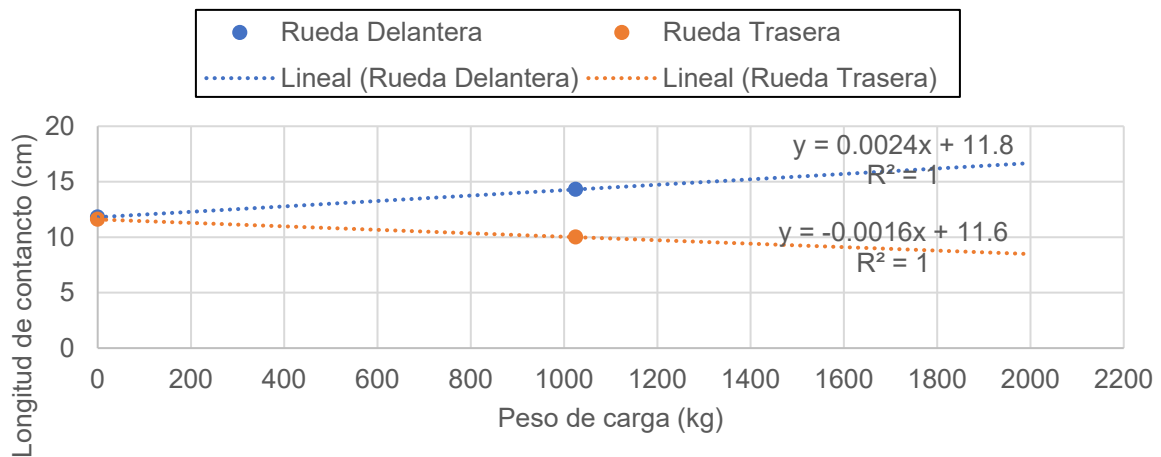
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Cooperativa Agrícola de Catadau.

**Figura 13. Evolución del área de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA
8FBE16T. Capacidad Nominal 1.600 kg**



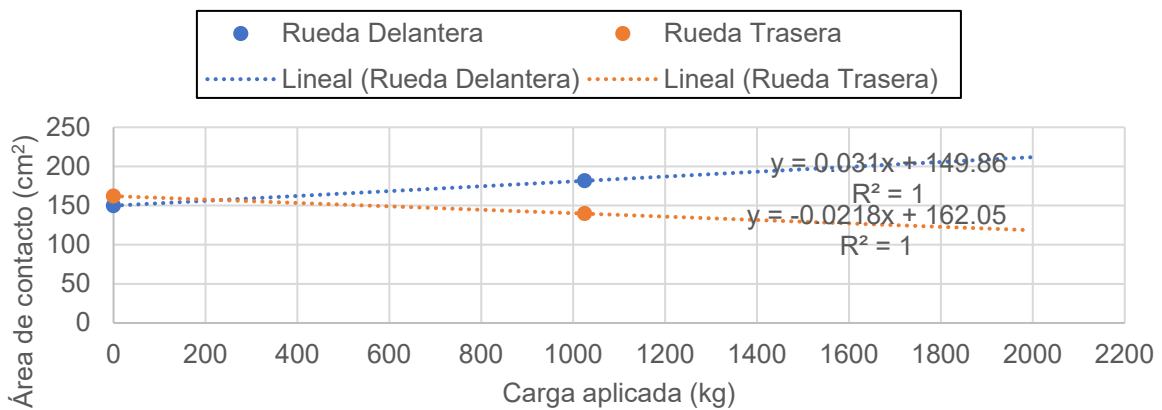
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Cooperativa Agrícola de Catadau.

Figura 14. Evolución de la longitud de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA 8FBET20. Capacidad Nominal 2.000 kg



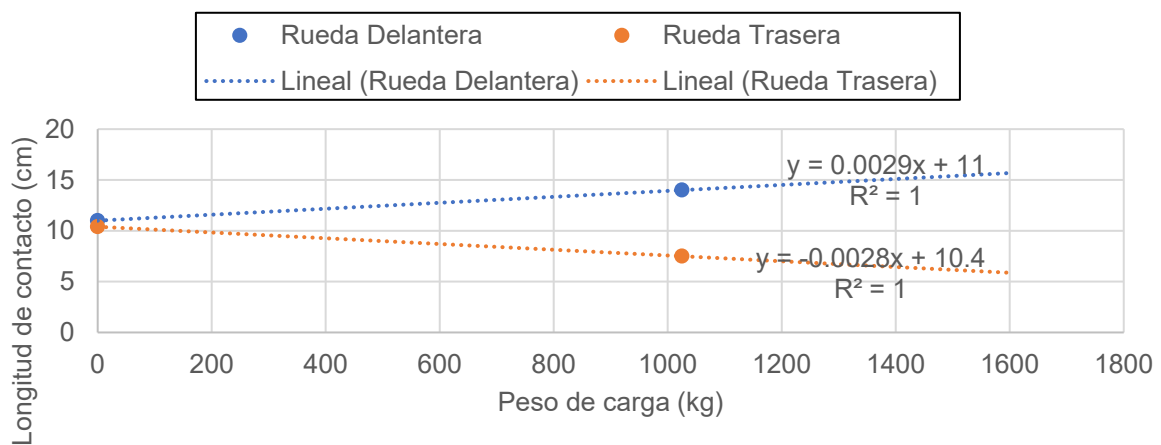
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Concesionario Toyota Material Handling S.A.

Figura 15. Evolución del área de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA 8FBET20. Capacidad Nominal 2.000 kg



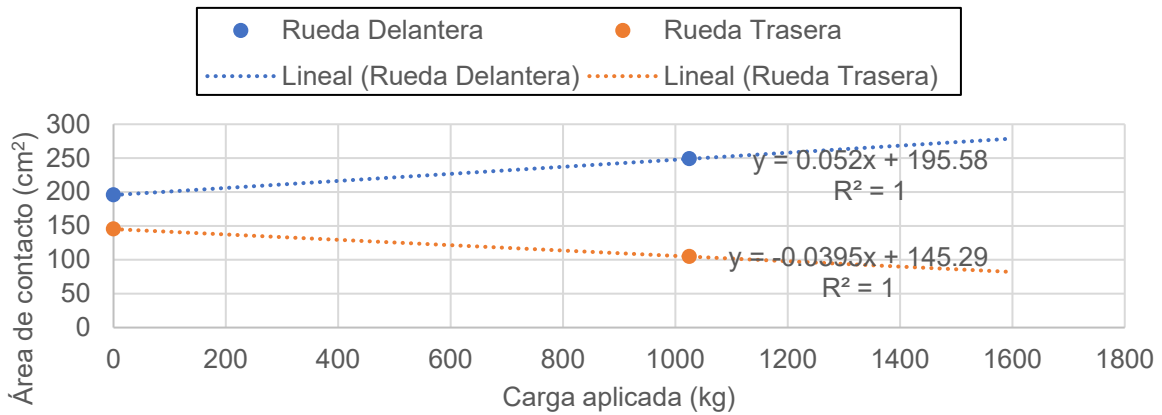
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Concesionario Toyota Material Handling S.A.

Figura 16. Evolución de la longitud de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA 8FBE16T. Capacidad Nominal 1.600 kg



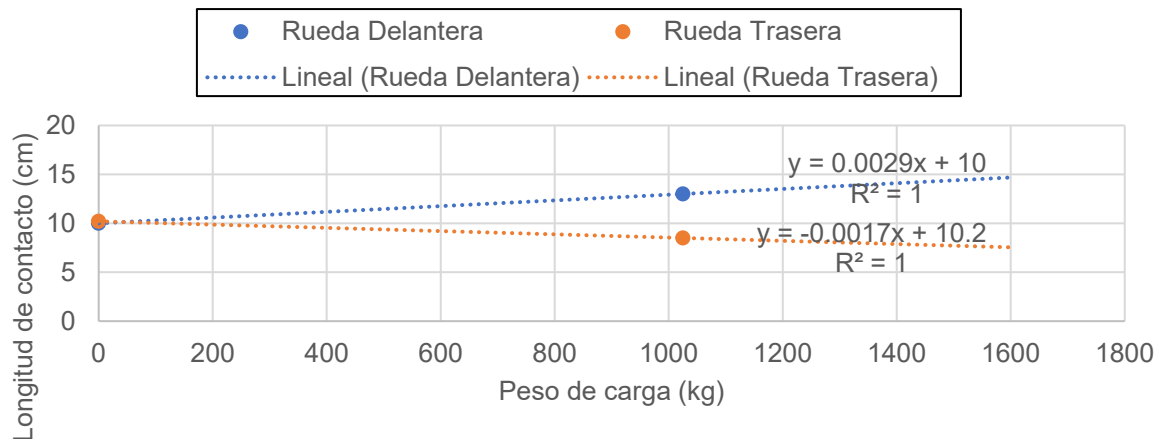
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Tecnodelsa S.L.

Figura 17. Evolución del área de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA 8FBE16T. Capacidad Nominal 1.600 kg



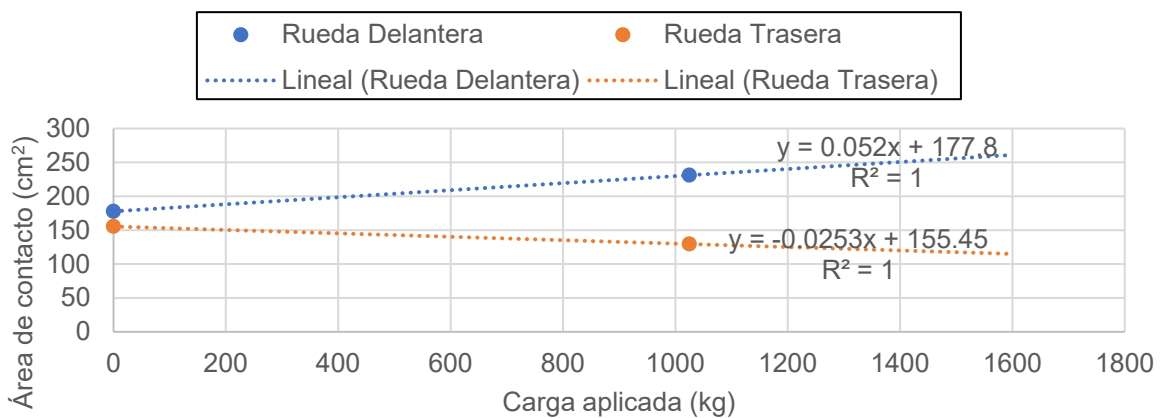
Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Tecnodelsa S.L.

Figura 18. Evolución de la longitud de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA 8FBM16T. Capacidad Nominal 1.600 kg



Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Tecnodelsa S.L.

Figura 19. Evolución del área de contacto en función de la carga para carretilla TOYOTA 8FBM16T. Capacidad Nominal 1.600 kg



Nota: Contrapesada eléctrica. Empresa donde se realizó la medición: Tecnodelsa S.L.

Para poder determinar las presiones ejercidas sobre las soleras nos basamos en la información proporcionada por los fabricantes, bien en la placa del mismo vehículo o bien en

el catálogo comercial correspondiente (Linde & Toyota, 2022), sobre la distribución de las cargas en cada eje. Con las rectas de regresión que se muestran en los gráficos para cada uno de los vehículos descritos se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de las rectas de regresión

Modelo	Longitud de contacto de carga con aplicada (cm)		Área de contacto con carga aplicada (cm ²)		Carga sobre el eje incluyendo el peso del conductor (entre 75 – 100 kg según el caso) (kg)		Presión por rueda (kg/cm ²)	
	R.D.	R.T.	R.D.	R.T.	Delantero	Trasero	R.D.	R.T.
Linde E16.01	17,31	8,98	309,17	125,20	4.138	555	6,69	2,22
Toyota 8FBE16T	16,82	8,17	299,07	101,95	4.143	525	6,93	2,57
Toyota 8FBE20T	16,60	8,41	211,86	118,45	4.805	617	11,34	2,61
Toyota 8FBE16T	15,64	5,92	278,78	82,09	4.151	532	7,45	3,24
Toyota 8FBM16T	14,64	7,48	261,00	114,97	4.130	543	7,91	2,36

Nota: (R.) indica rueda/s; (D.) indica delantera/s y (T.) indica trasera/s

Estanterías

En Calavera (1999) se puede encontrar algún dato de referencia genérico para estanterías. También ha sido analizado en (Locmanis, Pease & Cepuritis, 2020).

Tabla 3. Resultados estanterías

Estantería nº figura	Peso por soportar la estantería en toneladas	por Número de placas	de	Presión que distribuir por cada placa (kg)	Área placas (cm ²)	Presión sobre la solera (kg/cm ²)
7	200	100		2.000	175,0	11,43
8	110	64		1.719	159,5	10,78
9	21	32		656	135,0	4,86

Se muestran en la Tabla 3 las presiones resultantes sobre la solera en cada una de las estanterías mostradas.

Conclusiones y líneas futuras

En la presente ponencia se ha llevado a cabo un estudio de la determinación de cargas y áreas de contacto más desfavorables sobre soleras de almacenes hortofrutícolas. Mediante diversas visitas a instalaciones y concesionarios de carretillas elevadoras se ha podido comprobar que los vehículos estibadores y las estanterías son los elementos que mayor presión ejercen.

Tanto las áreas de contacto, como las presiones que ejercen sobre la solera, se han obtenido, de acuerdo con los objetivos, a partir de la campaña de visitas 'in situ', y es que a priori se desconocen y son necesarias para los cálculos de dimensionado.

La relación área de contacto, carga aplicada es lineal.

Así pues en los resultados se ofrecen tablas donde las áreas de contacto de las carretillas van desde los 211 cm² a los 309 cm² para las ruedas delanteras a plena carga. Las presiones por rueda están entre los 11 kg/cm² a los 6,69 kg/cm², siendo inversamente proporcionales.

Para estanterías, el tamaño de placa de anclaje se suele fijar, para que reparta y se obtengan presiones similares, encontrando presiones máximas en las visitas realizadas de 11,43 kg/cm².

Aunque las cargas ejercidas sobre las soleras en las centrales hortofrutícolas no son excesivamente grandes comparadas con las que pueden llegar a tener lugar en otro tipo de instalaciones, como por ejemplo los centros logísticos, sí que son suficientemente significativas.

En una segunda fase del estudio, los resultados obtenidos permitirán llevar a cabo cálculos analíticos, mediante las fórmulas de Westergaard (TR-34, 1997) y Meyerhof (TR-34, 2014), y por elementos finitos (Malón, García-Ramos, Hernández, Vidal & Boné, 2013), con objeto de optimizar el diseño de soleras aplicando métodos de cálculo plástico en hormigón.

También en futuras investigaciones se tratará sobre los tipos de hormigón, y en particular los de bajas emisiones en carbono (Tang, Wang, Mohseni & Wang, 2018) (Alwisy, BuHamdan & Gül, 2018)

Referencias

- American Concrete Institute. (2010). *ACI-360 R-10 Guide to Design of Slabs on Ground*.
- Alwisy, A., BuhHamdan, S., & Gül, M. (2018) Criteria-based ranking of green building design factors according to leading rating systems. *Energy and Buildings*. 347-359. doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.043
- Calavera Ruiz, J. (1999). *Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón: armado, en masa y pretensado. Tomo I y II*. Intemac.
- Concrete Society (2014). *Technical Report N° 34: Concrete Industrial Ground Floors. A guide to design and construction*.
- Ferrer Gisbert, C.M. (1998). *Contribución al estudio de soleras de hormigón de industrias agroalimentarias mediante la técnica de los elementos finitos*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.
- Ferrer Gisbert, C.M. & Ferrán Gozávez, J.J. (2000). Contribución al estudio, cálculo y diseño de soleras de hormigón en masa para la actividad agroindustrial. *Informes de la Construcción*. 51, 23-33.
- Ferrer Gisbert, C.M., Ferrán Gozávez, J.J., Torregrosa Soler, J.B., Pérez Sánchez, M., Redón Santafé, M.; & Sánchez Romero, F.J. (2016) Study of slab on grade thickness for racking throughout Finite Element Method. *Informes de la Construcción*, 68, 1 - 10.
- Juhasz, P.K. & Schaul, P. (2019). Design of industrial floors-review of guidelines, special designing issues (part 1). *Journal of Civil Engineering and Architecture* 13, 330-336. doi: 10.17265/1934-7359/2019.05.005
- Juhasz, P.K. & Schaul, P. (2019). Design of industrial floors -TR34 and finite element analysis (part 2). *Journal of Civil Engineering and Architecture* 13, 512-522. doi: 10.17265/1934-7359/2019.08.005

Linde Material Handling. Ficha técnica de carretillas contrapesadas eléctricas E16 – E20 EVO. Obtenido el 02 de febrero del 2022, desde <https://www.linde-mh.es/es/Productos/Carretillas-electricas/E16-E20-EVO/>

Locmanis, J., Pease, B., & Cepuritis, R. (2020) Optimal design of conventional warehouse floors: concrete flooring solutions and racking anchors. *Engineering for Rural Development*, 565-570. doi:10.22616/ERDev.2020.19.TF127

Malón, H., García-Ramos, F.J., Hernández, P., Vidal, M. & Boné, A. (2013). Applicability of the finite element method to analyze the stresses produced in concrete slabs over ground by tire loads of agricultural tractors. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11 (1), 47-55

Martini, A., Bonelli, G.P., & Rivola, A. (2020). Virtual testing of counterbalance forklift trucks: implementation and experimental validation of a numerical multibody model. *Machines*, 8(2), 26. doi:10.3390/machines8020026

Mecalux, Esmena (2011). *Manual técnico del almacenaje*. Mecalux S.A.

Mecalux, Esmena (2011). *Estanterías y sistemas para la paletización*. Mecalux S.A.

Serykh, I.R., Chernysheva, E.V., & Degytar, A.N. (2019) Assessment load capacity in floor constructions. *IOP. Materials Science and Engineering*, 698, 2.

Toyota Material Handling. Ficha técnica carretilla elevadora eléctrica Traigo 1,5 – 2 t. Obtenido el 15 de febrero del 2022, desde <https://toyota-forklifts.es/carretillas-elevadoras-toyota/contrapesadas-electricas/48v/toyota-traigo-48v-3-ruedas-15-toneladas/>

Tang, W., Wang, Z., Nohseni, E. & Wang, S. (2018) A practical ranking system for evaluation of industry viable phase change in materials for use in concrete. *Construction and Building Materials*, Volume 177, 20, 272-286. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.112>.

Turkis, Z., Urbonas, K., Slizyte, D., Medzviekas, J., Mackevicius, R., & Sapalas, V. (2020). A novel integrated approach to solve ground floor problems. *Sustainability* 12, 4809 doi:10.3390/su12124809

Urbonas, K., Slizyte, D., & Sapalas, A. (2021). The engineering method for unifying ground floor slab settlements. *Engineering Structures and Technologies* 12, 2, 46-52.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

