

Manipulación de adultos mayores mediante una grúa móvil

Elderly adults handling using a mobile crane

Cristian Javier Changoluisa Chacha¹, Diego Paúl Monga Sánchez², Edgar Roberto Salazar Achig³ Kevin Andrés Cajilema Guaman⁴

RESUMEN:

La grúa móvil, está destinada como ayuda social al cuidado de adultos mayores con paraplejía, permitiendo que éstos deban ser cuidados por una persona en cuanto a sus necesidades básicas tales como; ir a la cama, baño o bañera. Para esto el sistema se compone por una viga UPN-C-80 adherida al techado en el cual transitará un equipo electromecánico que levantará al paciente, mediante un arnés de seguridad. El control del sistema se realiza mediante el microcontrolador Arduino, el cual se comunica vía Bluetooth a una aplicación móvil, para la activación del equipo electromecánico. Con este sistema el operador tendrá una mejor manipulación del paciente para la atención geriátrica, optimizando la transferencia del adulto mayor parapléjico de un lugar a otro, mejorando sus condiciones de vida.

Palabras clave: Sistema Electromecánico, Operador, Parapléjico, Adulto Mayor.

Recibido 12 de julio de 2023; revisión aceptada 20 de septiembre de 2023

ABSTRACT:

The mobile crane system is intended to be a social help to elderly adults caring diagnosed with paraplegia, it allows them to be cared by a person or several people regarding their basic needs such as: go to bed, bathroom or bathtub. As a result, the system is made up by a (Universal Product Code) UPN-C-80 beam attached to the roofing in which an electromechanical equipment will raise up the elderly patient, through a safety harness. The system control is carried out by Arduino microcontroller, which communicates throughout wirelessly Bluetooth to a mobile application, for the motors activation. According to this system, the operator will have a better handling assistance in geriatric care, optimizing the paraplegic patient transfer from one place to another.

Keywords: *Electromechanical System, Operator, Paraplegic, Elderly.*

¹ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Cotopaxi, Ecuador, cjchangoluisa@espe.edu.ec

² Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Cotopaxi, Ecuador, dpmonga@espe.edu.ec

³ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Cotopaxi, Ecuador, edgar.salazar7619@espe.edu.ec

⁴ Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, kevin.cajilema6320@utc.edu.ec

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha tomado en cuenta el uso de grúas móviles para la asistencia de personas con discapacidad motriz, especialmente en aquellos casos en que padecen paraplejia, para lo cual se hace uso de equipos mecánicos y eléctricos que permiten mejorar la atención por parte del operador geriátrico incidiendo en la prevención, cuidado y neutralización de las deficiencias de movilidad. [1]

La atención de transferencia de pacientes mayores prioriza que el operador geriátrico use sus extremidades para levantarlo y transferirlo de un sitio a otro, con lo cual provoca al cuidador patologías ergonómicas que provocan a futuro enfermedades en sus piernas, rodillas o columna vertebral y de la misma forma durante el traslado del adulto mayor se provocan caídas a nivel. Al detectar estas necesidades es necesario diseñar e implementar equipos de transferencia seguros y de calidad para una atención primaria adecuada a los pacientes mayores con paraplejia [2] con lo cual se reducirá las patologías de los cuidadores incrementando el buen vivir del paciente.

En la actualidad los sistemas electromecánicos permiten la transferencia de pacientes parapléjicos de un lugar a otro, de una manera segura y de calidad, por lo cual se mostrará una propuesta de grúa móvil para la optimización de la movilidad de los adultos mayores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La implementación de la grúa móvil de transferencia de pacientes mayores con paraplejia se basa en 4 etapas, las cuales se detallan en la figura 1.

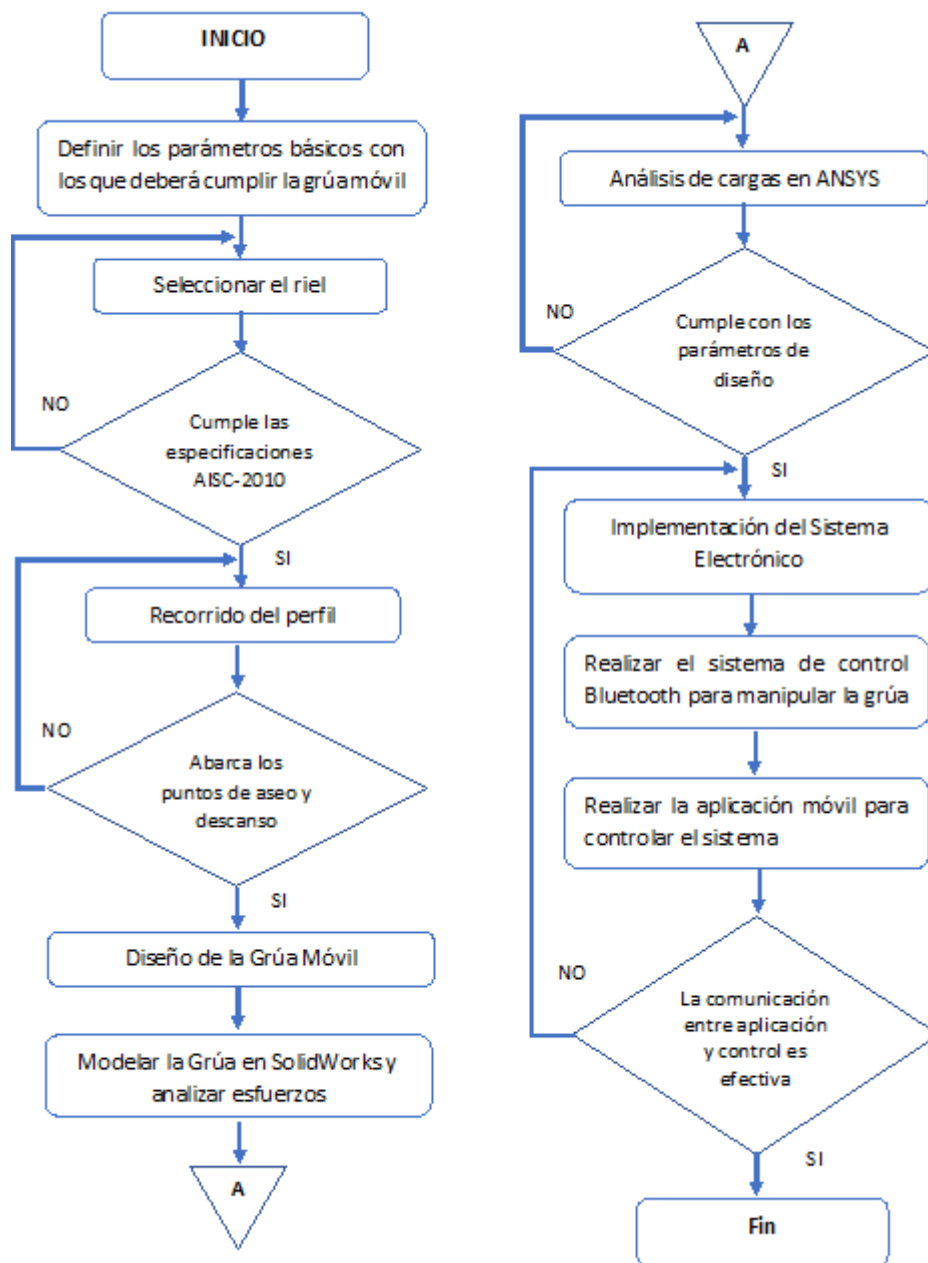


Figura 1. Flujograma del proceso de implementación de la Grúa Móvil

Estado de la Técnica

La investigación de alternativas de ayuda a la movilidad de pacientes mayores con paraplejía promulga demostrar la función de elevarlo y transferirlo de un lugar a otro como la cama, baño y bañera, para ello se ha creído conveniente analizar el estudio de las medidas antropomórficas del paciente; entre ellas el peso y estatura [3].

Siendo la más relevante el análisis del peso a elevar considerando que el 47,5% de pacientes mayores padecen sobrepeso y apenas el 25,7% obesidad, los mismos que comprenden en un rango de edad de 60 a 75 años a nivel mundial [4].

Considerando para el estado de la técnica el análisis del peso del paciente parapléjico que muestran que la obesidad en los mismos es de $IMC \geq 30 \text{ Kg/m}^2$ [2].

Línea base de investigación

Fundamentado en estos análisis se establece que en el sistema electromecánico debe discurrir los valores más críticos, que en este caso serán los de un paciente mayor de 65 años con obesidad y con una altura de 1,71 metros, para lo cual se aplicara el cálculo del índice de masa corporal I.M.C, empleando la ecuación 1:

$$\begin{aligned} I. M. C. &= \frac{\text{masa (Kg)}}{\text{estatura} * \text{estatura (m}^2)} && \text{(Ec. 1)} \\ 30 &= \frac{\text{masa (kg)}}{1.71 * 1.71 \text{ (m}^2)} \\ \text{Masa (kg)} &= 30 * (1.71 * 1.71)\text{m}^2 \\ \text{Masa (kg)} &= 87,723 \text{ kg} \approx 90\text{kg} \end{aligned}$$

Determinando la masa corporal máxima, el sistema electromecánico de transferencia soportara un paciente parapléjico hasta de 95 kilogramos.

Entorno poblacional

En este caso para el estudio antropométrico se utilizó 54 pacientes mayores del geriátrico, donde 32 son mujeres y 22 son hombres, de los cuales 35 del total presentan paraplejia a causa de problemas musculo esqueléticos, neurológicos, cardiovasculares, pulmonares, y de inmovilidad forzada.

Selección del riel

De acuerdo con las especificaciones del AISC-2010 se debe considerar para la selección del riel; el peso máximo del paciente parapléjico, factores de carga máxima, carga muerta y peso de los accesorios.

Factor de carga máxima

Para cargas mayores de 90 kg se estima un factor de carga de 0,5 a 0,75, lo cual se estipula en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Carga} &= \text{Factor de carga segura} * \text{Masa paciente} && \text{(2)} \\ C &= 0,5 * 90 \text{ kg} \\ C &= 45 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso Total

El sistema soporta cargas máximas, para lo cual se toma en cuenta las masas que quedarán suspendidas en la viga, contemplando masas como: la carga segura, carga muerta y factor de carga máxima, para el cálculo de la carga total se emplea la ecuación 3.

$$\text{Carga}_{\text{Total}} = \sum [C_S, C_M, C] [1] \quad (3)$$

$$C_{\text{Carga Total}} = 90\text{kg} + 45\text{kg} + 65\text{kg}$$

$$C_T = 200\text{kg}$$

Para analizar la reacción de la carga total se toma un tramo de la trayectoria de la viga de 0,9 m donde actúa el peso del paciente como se muestra en la figura 2.

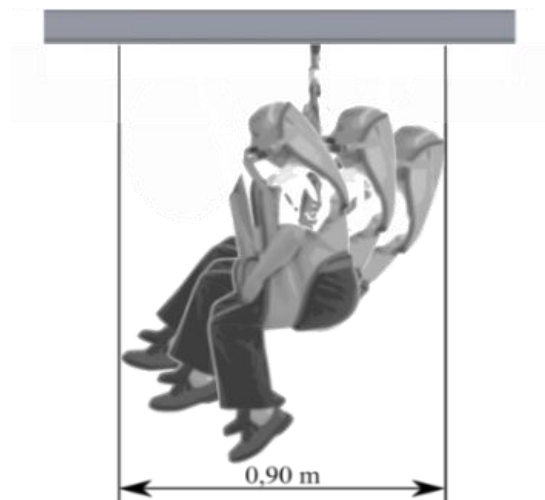


Figura 2. Distancia del tramo que actúa el peso del paciente parapléjico

Posteriormente, tomando en cuenta la mitad del tramo se procede a determinar el momento máximo de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Momento}_{\text{max}} &= R_1 * d_1 & (4) \\ \text{Momento}_{\text{max}} &= 3,26\text{kN} * 0,45\text{m} \\ \text{Momento}_{\text{max}} &= 1,46\text{kN} \approx 1,5\text{kN} \end{aligned}$$

Seguidamente se considera la sección requerida del riel con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} S_{\text{req}} &= \frac{M_{\text{max}}}{\delta_{\text{adm}}} & (5) \\ S_{\text{req}} &= \frac{1,5}{166,66} = 9,0003\text{cm}^3 \end{aligned}$$

Comparando este valor en catálogos industriales se determina un perfil UPN C 80.

Recorrido del perfil UPN C 80

Para la selección del recorrido del paciente se toma en cuenta las dimensiones de la habitación y la distancia de los equipos de aseo, preliminarmente al estudio de necesidades y el estado de la técnica estipulada como lo indica la figura 3.



Figura 3. Recorrido en la viga UPN C 80

Construcción de la Grúa Móvil

Para obtener los factores de seguridad y las propiedades físicas y diagramar esfuerzos se empleó el software ANSYS. Tomando como base la estructura mecánica, se utilizó SolidWorks (Figura 4), en el cual se simula las cargas y verifican los diversos elementos que conforman el sistema electromecánico.



Figura 4. Estructura del sistema electromecánico en SolidWorks

En la figura 5 se observa el cálculo del factor de seguridad que es igual a 4, la carga soportada y el tipo del material del riel ASTM UPN C 80 utilizada en la simulación en ANSYS.

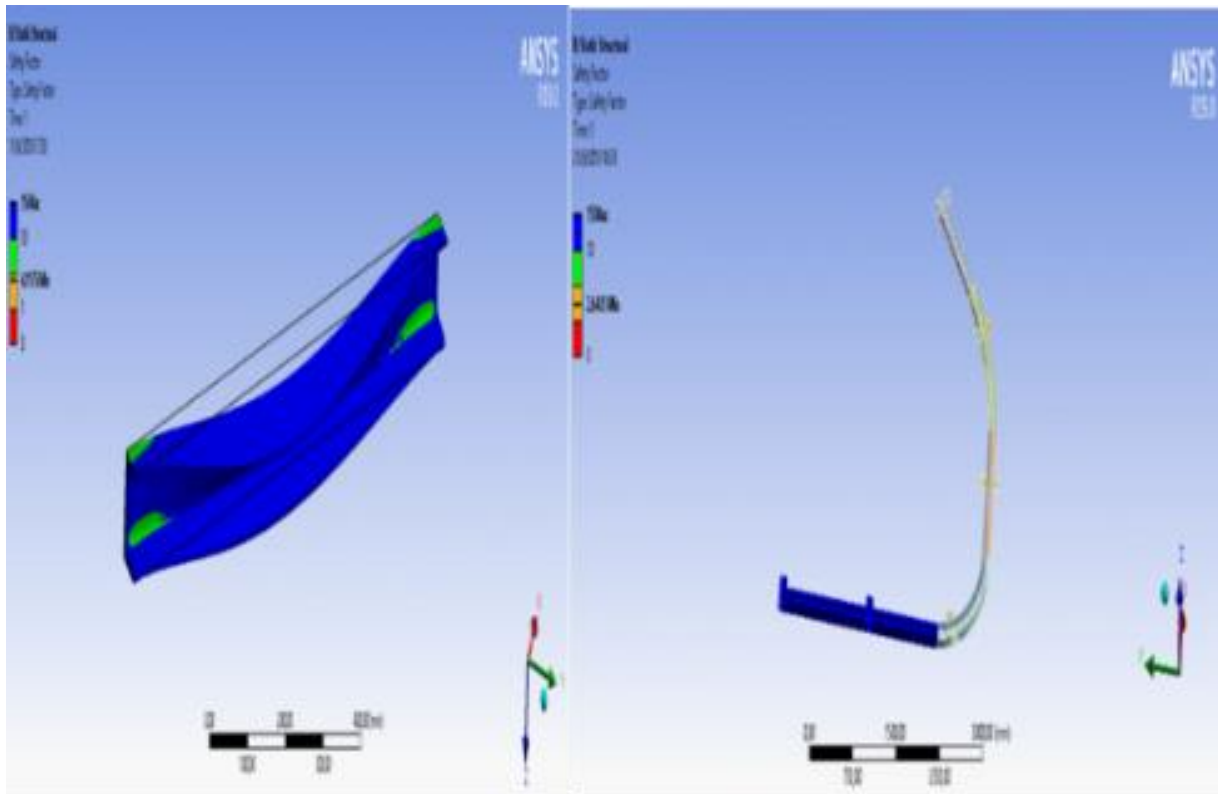


Figura 5. Análisis del factor de seguridad en el software ANSYS

Implementación del sistema electrónico

Para el control inalámbrico del sistema móvil se implementó el uso de una tarjeta Arduino que acciona mediante conexión bluetooth los movimientos para elevar y trasladar al paciente parapléjico de un lugar a otro mediante la aplicación móvil realizada en la plataforma de MIT APP INVENTOR como se aprecia en la Figura 6.

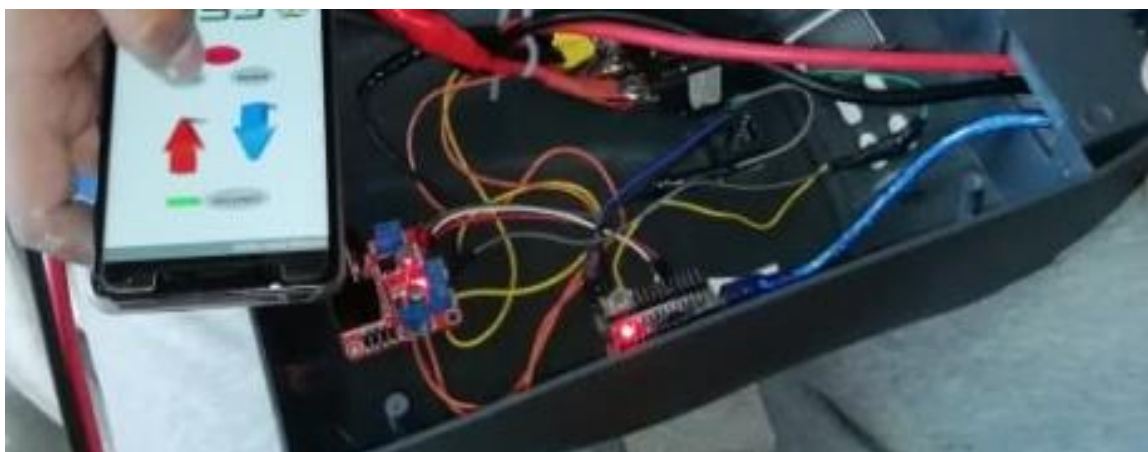


Figura 6. Aplicación móvil.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas y resultados del sistema móvil

En la etapa de comprobación del equipo, para que el mismo cumpla con los estándares de calidad frente a otros sistemas de transferencia, se optó por realizar ensayos de traslado de pacientes mayores parapléjicos, mediante la transferencia habitual (silla de ruedas) y el sistema móvil, considerándose este un sistema eficaz de movilidad del adulto mayor. Así también se verificaron que los mecanismos de traslado sean continuos durante el recorrido en la viga UPN C 80 como se aprecia en la figura 7.



Figura 7. Transferencia a la cama, bañera y baño.

En la figura 8 se puede determinar que el sistema electromecánico de transferencia alcanza un rendimiento del 80% sobre un 50 % de rendimiento del método silla – operadores y finalmente un 25% de rendimiento frente al sistema de transferencia silla – operador, condicionando en efecto a ser el mejor procedimiento de transferencia.

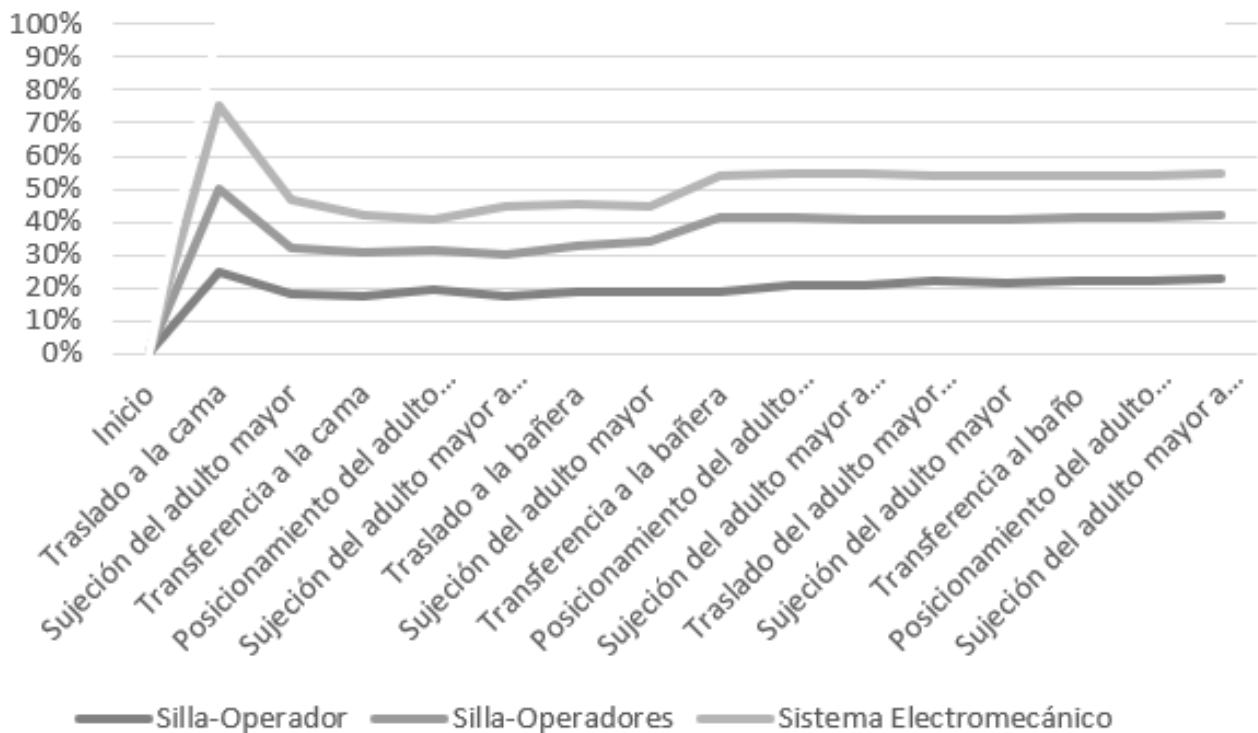


Figura 8. Rendimiento de los sistemas de transferencia.

4. CONCLUSIONES

El sistema móvil de transferencia para pacientes parapléjicos convirtió la transferencia de un lugar a otro en una actividad rápida, eficaz y continúa alcanzando un 80% de rendimiento frente a sistemas tradicionales de traslado (Silla-Operador).

Los análisis en el software SolidWorks y ANSYS facilita la comprobación del factor de seguridad que es igual a 4 para el sistema estático y dinámico de la máquina, con lo cual, aplicando la teoría de factores de seguridad al diseño e implementación del equipo, se brindará una seguridad adicional a componentes críticos y bajo cargas dinámicas como es la de un paciente mayor parapléjico.

La construcción del sistema determinó una mejora de la calidad al transferir al paciente parapléjico, pues el operador geriátrico evitara el uso de la mecánica corporal la misma que genera patologías ergonómicas en las extremidades y columna vertebral.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Padilla Góngora y A. M. Padilla Clemente, «Tecnologías para mayores,» *Universitas Psychologica*, vol. 7, n° 3, pp. 883-894, Septiembre- Diciembre 2008.

- [2] Organización Mundial de la Salud, «Worldgastroenterology,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/obesity-spanish-2012.pdf>.
- [3] C. J. Changoluisa Chacha , «Diseño e implementación de un sistema grúa techo asistido para facilitar el traslado de adultos mayores con movilidad reducida del hogar de vida " Luis Maldonado Tamayo" del cantón Pujilí,» 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15006/1/T-ESPEL-EMI-0352.pdf>.
- [4] Fundación EROSKI, «EROSKI CONSUMER,» 25 Enero 2011. [En línea]. Available: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/adulto_y_vejez/2011/01/25/198503.php.
- [5] TEKVO, «Tekvo Bioingeniería,» [En línea]. Available: <http://tekvobioingenieria.com/soluciones/arneses-eslingas/ad/arnes-caminador,40>.
- [6] B. Romero, «BJ -Adaptaciones,» 05 Junio 2015. [En línea]. Available: <https://blog.qinera.com/que-es-una-grua-de-techo-y-por-que-usarla/>.
- [7] SENPLADES, «Buenvivir,» Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://www.buenvivir.gob.ec/el-socialismo-del-buen-vivir>.
- [8] SERVICH, «alaMaula,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.alamaula.com/a-cuidado-de-la-salud/villa-carlos-paz/grua-discapacitados-levanta-personas-ancianos-gruas-pami-rehabilitacion-terapia/1001111446040910427365309>.
- [9] ETAC, «molift,» [En línea]. Available: <https://www.molifthisandparts.co.uk/Molift-Air-ceiling-Track-hoist>. [Último acceso: 05 Junio 2013].
- [10] Galvis Ramirez y Cia S.A., «Diplomado sobre el cuidado integral al adulto mayor,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.gentedecanaverl.com/2012/03/diplomado-sobre-el-cuidado-integral-al-adulto-mayor/>. [Último acceso: 23 Marzo 2012].
- [11] Grúas Domiciliarias, [En línea]. Available: <http://www.gruasdomiciliarias.es/grua-de-techo-air-205-49.html>. [Último acceso: Septiembre 2018].