

Entregable N°6 - Grupo 11

Checkpoint 1 – Business Case

a. Situación inicial

¿Cuál es el problema, necesidad o contexto que motiva el desarrollo?

El paciente es Luis Prieto Abad, hombre adulto originario de Jaén, Cajamarca que sufrió una lesión medular C4 incompleta tipo C como producto de un accidente automovilístico. A raíz de esta lesión la movilidad del paciente se encuentra comprometida, dependiendo completamente de una silla de ruedas para desplazarse. Sus extremidades inferiores no tienen rango de movilidad alguna, sin embargo tiene cierto rango de movimiento en sus brazos, lo que llevó a pensar que sería capaz de remar su silla de ruedas, sin embargo al no poder cerrar los dedos de las manos ni poder retraer completamente los brazos se le hizo imposible, por lo que ahora depende completamente de sus cuidadora principal. Anteriormente se intentó adaptar la silla de ruedas para que el paciente pudiera desplazarse independientemente añadiendo unos soportes en el sobreaño que le permitiera al paciente empujar la silla con la ayuda de unos guantes especiales, sin embargo al no resultar completamente efectiva se descartó la idea. Se le sugirió al paciente el uso de una silla eléctrica, a la cual el paciente se rehusó ya que no cuenta con los medios económicos para adquirir una. Actualmente el paciente continúa con terapias físicas en su ciudad de origen, donde ahora reside al cuidado de su hermana.

b. Objetivos estratégicos

¿Qué metas técnicas, económicas y organizativas debe cumplir el proyecto?

Objetivos técnicos

- Desarrollar un sistema que reduzca el esfuerzo físico requerido para mover la silla de ruedas mecánica para que el usuario pueda impulsarla de manera autónoma
- Incorporar un mecanismo que permita *girar con facilidad*, evitando movimientos bruscos y reduciendo la necesidad de fuerza en hombros y codos.
- Integrar un sistema de frenado *mecánico o electroasistido* que pueda activarse con el mínimo esfuerzo
- Garantizar compatibilidad con sillas convencionales, sin requerir de estructuras nuevas

Objetivos económicos

- Ofrecer una solución más económica frente a sillas eléctricas
- Emplear piezas *disponibles en el mercado local* para disminuir costos de producción y reparación

Objetivos organizativos

- Permitir que el paciente recupere independencia y reduzca la necesidad constante de un acompañante
- Realizar y cumplir con un cronograma de actividades para la gestión del proyecto

c. Valor añadido

¿Qué beneficio aporta el sistema (para el usuario, para la empresa, para la sociedad)?

El dispositivo representa una evolución en la movilidad asistida para pacientes tetraplégicos. Diseñado pensando en el usuario, permite a las personas con fuerza limitada en los brazos recuperar su autonomía y movilidad de manera fácil y cómoda gracias a que reduce considerablemente el esfuerzo físico requerido para impulsar una silla de ruedas.

Cuenta con un diseño ergonómico, el cual, previene lesiones asociadas con movimientos bruscos y se adapta al usuario. Es un modelo estándar y adaptable a cualquier silla de ruedas ya que está pensado para ser fácilmente instalado en el sobre aro de las ruedas. Esto facilita la accesibilidad al dispositivo sin necesidad de adquirir tecnologías costosas.

Para las empresas, ofrece una solución rentable y eficiente, ya que cuenta con componentes simples que facilitan una producción alta y bajos costos. Además, amplía el mercado al atender las necesidades de muchos usuarios con distintos niveles socioeconómicos.

A nivel social, el dispositivo mejora la calidad de vida de las personas de baja movilidad, promoviendo la independencia e inclusión en la sociedad. Asimismo, al ser una alternativa económica, fomenta la equidad en el acceso a tecnologías médicas

d. Stakeholders

¿Quiénes son los usuarios, clientes y partes interesadas clave?

En función de la necesidad, el contexto y los objetivos planteados, se pueden identificar a los siguientes usuarios directos, quienes emplearán el accesorio y percibirán de manera inmediata su impacto:

- Personas con discapacidad motriz parcial o total que utilizan sillas de ruedas para desplazarse.
- Adultos mayores con movilidad reducida que requieren asistencia parcial durante sus traslados.
- Pacientes en procesos de rehabilitación que, de manera temporal, necesiten una silla de ruedas y un sistema que disminuya el esfuerzo físico requerido.

Por otro lado, los clientes que podrían adquirir o financiar el proyecto incluyen:

- Familiares o representantes de los usuarios que compren directamente el dispositivo.
- Instituciones clínicas de rehabilitación y hospitales, interesados en incorporar el accesorio como parte de su equipamiento para pacientes.
- ONGs y fundaciones que apoyan a personas con discapacidad y que podrían destinar recursos para su donación.

Finalmente, se reconocen como partes interesadas clave a:

- Médicos fisiatras y terapeutas ocupacionales, quienes pueden asesorar en aspectos de ergonomía y seguridad.

- Ingenieros biomédicos, responsables del diseño, pruebas y mejoras técnicas del sistema.
- Técnicos fabricantes y proveedores, encargados de suministrar piezas accesibles, económicas y estandarizadas.
- Organizaciones sociales, que contribuyen a validar la viabilidad de uso y promover su implementación.
- Entidades regulatorias de dispositivos médicos, que garantizan el cumplimiento de normativas de seguridad.
- Inversores o incubadoras sociales, que podrían aportar financiamiento para la producción inicial.

e. Competencias y equipo

¿Se cuenta con el conocimiento, habilidades y recursos adecuados?

Los integrantes del equipo cuentan con conocimientos básicos a medios sobre el uso de sensores, motores, código, componentes y circuitos eléctricos, diseño e impresión 3D. Además, también se cuentan con conocimientos básicos sobre la metodología VDI, prototipado y redacción de documentos técnicos. Esto demuestra que es necesario investigar y aprender nuevos conocimientos en varios ámbitos, pero el equipo apunta a poder solventar las deficiencias existentes conforme avanza el proyecto.

En cuanto a las habilidades, cada integrante del equipo muestra habilidad en diferentes aspectos para los distintos momentos del proyecto (Investigación, Proposición de Ideas, Diseño 3D, Implementación de circuitos eléctricos, Ensamblado); sin embargo, es necesario organizar con mayor precisión las tareas que cada integrante puede realizar mejor para aprovechar la máximo las habilidades que cada uno posee.

En cuanto a los recursos, el equipo cuenta con el apoyo y asesoramiento de los profesores encargados del horario del curso. Además, se cuenta con acceso a las impresoras 3D de la universidad para la parte no electrónica del dispositivo; los kits de arduino y sensores de prueba para determinar qué elementos eléctricos son necesarios; y los talleres del curso que brindan conocimientos nuevos constantemente para poder refinar nuestra habilidades en diferentes aspectos.

Por lo tanto, se puede afirmar que se cuentan con los recursos adecuados, y es necesario ahondar mejor en los conocimientos necesarios y organizar eficientemente las tareas del grupo.

f. Planificación inicial

¿Cuál es el cronograma preliminar, presupuesto y posibles riesgos?

Durante las dos primeras semanas el equipo se enfocará en consolidar los conceptos de mejora a partir de la retroalimentación recibida y en conversar con el paciente para validar las necesidades reales de uso; en paralelo, esta semana se terminará de definir el tipo de sistema de frenado y antirretroceso más adecuado para garantizar seguridad y autonomía.

Posteriormente, durante cuatro semanas se desarrollarán los diseños en CAD de tres propuestas de prototipo basadas en el dispositivo de asistencia de propulsión (*Wheelchair propulsion assist device*, US11590039B1), adaptando su principio de palanca en forma de “C” con brazo telescópico al contexto del paciente y evaluando las adaptaciones necesarias

para su integración en una silla de ruedas convencional. Una vez seleccionada la opción más viable, se procederá a realizar los ajustes finales y preparar el prototipo para su presentación, con el objetivo de validar la ergonomía, la facilidad de uso y la independencia que puede ofrecer al usuario.

Presupuesto estimado

El proyecto requiere principalmente la fabricación de piezas mediante impresión 3D, lo cual incluye el uso de filamentos plásticos (PLA o ABS) y tiempo de impresión. Además, se consideran materiales complementarios de bajo costo, como tornillos, pernos y adhesivos para el ensamblaje, así como el uso de componentes electrónicos básicos en caso de integrarse pruebas de sensores o actuadores. Por lo tanto, el presupuesto se concentra en insumos de impresión y elementos de montaje, sin necesidad de recurrir a componentes costosos o de importación.

Posibles riesgos

- Técnicos: que el sistema de frenado o antirretroceso no brinde la seguridad esperada en pendientes.
- De diseño: que la palanca o el accesorio en “C” no se adapten bien al rango de movimiento del paciente.
- De aceptación: que el usuario final considere el dispositivo incómodo o difícil de operar en el día a día.