

Categoría principal	Campo	Características subordinadas	Explicación práctica	Requisito funcional y/o no funcional	Clasificación de requisitos
Función	Funciones principales y subordinadas	Función principal; Funciones subordinadas / secundarias	Qué hace el sistema en esencia y qué funciones complementarias lo apoyan.	El cojín debe estimular la circulación y reducir presión sostenida mediante vibración controlada (LRA). Secundariamente, debe enviar alertas y permitir la activación de la vibración desde la app.	Must have
	Flujos de energía	Entrada de energía; Conversión; Transmisión; Uso	Cómo se alimenta, transforma y usa la energía (eléctrica, mecánica, térmica, etc.).	El sistema se alimenta mediante fuente USB. La energía eléctrica sirve de fuente para alimentar el circuito, los sensores de presión y los vibradores LRA	Must have
	Flujos de material	Transporte; Transformación; Almacenamiento; Eliminación/salida	Cómo maneja el sistema materia física (fluidos, sólidos, fuerzas transmitidas).	El sistema genera vibraciones. No transporta materiales ni almacena residuos. La elección de materiales fue además de la comodidad, la mejor transferencia de vibración, para que esta nos vea afectada por las capas de materiales	Should have
	Flujos de información	Adquisición; Procesamiento; Transmisión; Almacenamiento; Visualización	Cómo capta, procesa, transmite, guarda y presenta datos.	El sistema usa sensores de presión como entradas. El ESP32 procesa los datos de presión y controla el encendido y el apagado de las vibraciones mediante una app	Must have
	Definición de interfaces	Interfaces entre subsistemas; Interacción entre disciplinas; Estándares de comunicación	Cómo se conectan las partes del sistema entre sí y con el entorno.	El sistema debe permitir la conexión segura entre Flexiforce A201 y FSR 406, ESP32 y los vibradores LRA a través de cableado interno, evitando interferencias eléctricas. También debe permitir recarga segura vía conector USB.	Must have
Diseño / Estructura	Geometría	Dimensiones; Requisitos de espacio; Número de unidades/módulos; Forma; Posicionamiento	Requisitos de tamaño, forma y ubicación del sistema o de sus módulos.	El cojín debe ser capaz de adaptarse a cualquier silla de ruedas preexistente por lo que sus dimensiones deben corresponder a una silla de ruedas estándar. Para la zona glútea se tendrán medidas de 0.45m de ancho 0.40m de profundidad y 0.08 m de espesor aproximadamente. El usuario solo requerirá de un producto.	Must have
	Mecánica	Integración en la máquina; Aislamiento frente a vibraciones; Movimiento; Velocidad/aceleración; Rigidez; Deformación; Tolerancias; Amortiguamiento; Resonancias; Estrés térmico; Calor por fricción	Estabilidad mecánica, precisión de movimiento y resistencia estructural.	El interior del cojín tendrá un material viscoelástico para mayor comodidad del usuario. La funda (tejido 3D espaciador) debe evitar la acumulación de calor por fricción entre la funda y la piel. Malla 3D espaciadora entre capas para mantener el microclima	Should have
	Eléctrica / Electrónica	Tensión nominal; Corriente nominal; Potencia y conexiones; Compatibilidad con E-STOP; Apagado independiente de ejes; Interfaces internas/externas; Conformidad con estándares	Condiciones de alimentación, integración y seguridad eléctrica/electrónica.	Una fuente de 10V alimentará al ESP32 y al resto del circuito. Los Flexiforce A201, FSR 406 y los vibradores estarán conectados al microcontrolador mediante cableado interno y aislado. La espuma viscoelástica y la malla 3d espaciadora no estarán en contacto directo con el usuario debido a la funda.	Must have
	Software	Arquitectura HW/SW; Multiprocesador; Entorno de desarrollo; Lenguajes; Versionado; Actualizaciones; Modos de operación; Pruebas sin HW; Gemelo digital	Decisiones de software, modularidad y aseguramiento de calidad en simulación y pruebas.	Se divide en diferentes módulos: lectura de datos mediante los sensores de presión; procesamiento (encendido y apagado del sistema, muestra de zonas de mayor y menor presión) y actuador (vibraciones por los LRA).	Should have
	Seguridad	Seguridad funcional; Integración en parada de emergencia; Redundancia; Mecanismos fail-safe; Pruebas de seguridad	Que el sistema sea confiable y seguro en operación.	El sistema se apaga si no detecta presión o si hay fallo de sensor. Operación a bajo voltaje.	Must have
	Regulación	Cumplimiento normativo; Certificación de componentes; Disponibilidad a largo plazo; Actualizaciones remotas o locales	Asegurar conformidad normativa y sostenibilidad en el ciclo de vida.	Los componentes seleccionados (Flexiforce A201, FSR 406, ESP32, LRA) son de uso común en prototipos biomédicos y cumplen con estándares básicos de compatibilidad eléctrica. Se considerará la futura certificación del sistema si se continúa con desarrollo para uso clínico.	Should have
	Ergonomía	HMI; Claridad; Iluminación; Fuerzas de operación; Dimensiones antropométricas; Accesibilidad	Que el sistema sea fácil y seguro de usar para distintos usuarios.	No se requiere de una configuración previa para su uso, ya que se enciende y se apaga según detecte una presión.	Should have
	Diseño industrial	Codificación táctil; Háptica; Funciones estéticas; Funciones simbólicas; Reconocimiento de producto; Coloración; Orientación a segmentos	Factores de aceptación social, identidad de producto y atractivo visual.	La codificación táctil busca transmitir comodidad mediante materiales suaves y transpirables. Las funciones estéticas y simbólicas apuntan a que el producto sea agradable a la vista por lo que será de colores neutros.	Should have
	Compra	Disponibilidad de componentes; Garantía de disponibilidad; Costos de adquisición; Certificación de proveedores; Logística	Adquisición de piezas y aseguramiento de suministro.	Los Flexiforce A201, FSR 406 y el ESP32 presentan alta disponibilidad local, bajo costo y garantía de continuidad de tiempo. Los LRA se encuentran con relativa facilidad en versiones genéricas. La malla 3D espaciadora y la espuma viscoelástica es común en el mercado local. En todos los casos se priorizó la compra de componentes económicos y accesibles que garanticen la viabilidad del prototipo.	Must have
	Fabricación	Procesos de fabricación; Tiempo de ciclo; Costos de producción; Nivel de automatización; Capacidad de producción; Recursos e infraestructura	Cómo se fabrica el sistema, tiempos y costos.	El proyecto contempla procesos de manufactura como cortes y costuras, además del ensamblaje de los componentes electrónicos. El tiempo de ciclo se alinea con los plazos asignados mientras que se intenta minimizar los costos de producción.	Must have

Realización / Producción	Control de calidad	Tolerancias; Métodos de inspección; Pruebas en proceso; Trazabilidad; Certificación de lotes	Cómo se garantiza la precisión y la fiabilidad.	±5% en sensores Flexiforce A201, FSR 406 , ±5 mm en dimensiones del cojín.Pruebas funcionales de sensores, correcto funcionamiento de los LRA, revisión visual del ensamblaje. Validación de sensores antes del encapsulado, prueba del circuito antes del cierre y prueba de carga.Registro de lote de componentes electrónicos y fecha de ensamblaje. Certificación individual en fase piloto; muestreo estadístico en producción comercial.	Must have
	Ensamblaje	Estrategia de ensamblaje; Tiempo de ensamblaje; Ergonomía del montaje; Accesibilidad; Intercambiabilidad	Cómo se montan piezas y se asegura repetibilidad.	Ensamblaje en capas: funda externa, espuma viscoelástica, malla 3d espaciadora, sensores de presión Flexiforce A201, FSR 406 con case de soporte, espuma viscoelástica, malla 3D espaciadora, vibradores LRA encapsulados, espuma viscoelástica. 1.5 horas por unidad en fase piloto; proyectado a 30 minutos con entrenamiento. Diseño modular sin herramientas especializadas; guía visual para facilitar el proceso. Componentes internos accesibles mediante apertura de funda; reemplazo de batería y sensores sin desmontaje completo. Sensores y módulos electrónicos intercambiables; conectores estandarizados.	Must have
	Despliegue de software	Entorno de despliegue; Instalación local/remota; Actualizaciones automáticas/manuales; Compatibilidad; Pruebas de integración	Cómo se entrega, instala y actualiza el software.	Software cargado en microcontrolador vía USB; entorno ESP32.Instalación local en fase piloto; actualización remota vía Bluetooth en versiones avanzadas. Manuales inicialmente; sistema de actualización remota proyectado. Compatible con sensores Flexiforce A201, FSR 406 , microcontroladores ESP32.Pruebas de lectura de sensores, activación de LRA, respuesta bajo carga simulada.	Must have
	Mantenimiento	Acceso a componentes; Sustitución de piezas; Limpieza; Costos de mantenimiento; Documentación	Cómo mantener el sistema funcional a lo largo del tiempo.	El diseño debe permitir un fácil acceso a los componentes internos, el cual facilite la sustitución de piezas como baterías o sensores sin necesidad de reemplazar el dispositivo completo. Para asegurar la higiene, se contempla el uso de fundas desmontables y lavables.	Must have
Uso	Uso	Facilidad de uso; Curva de aprendizaje; Experiencia de usuario; Interfaz hombre-máquina (HMI); Condiciones de operación; Seguridad del usuario; Fiabilidad/durabilidad	Cómo interactúa el usuario y en qué condiciones funciona de forma segura.	El usuario necesita de la app para manejar el sistema; eni bien esta encendido detecta la zonas de mayor presión y las muestra en la app. La experiencia es pasiva y confortable, el usuario regula la temperatura segun lo necesario	Should have
	Reciclaje	Reciclabilidad de materiales; Reutilización; Procesos de disposición final; Impacto ambiental	Qué tan sostenible es al final de su vida útil.	Los Flexiforce A201, FSR 406y componentes electrónicos son desmontables para facilitar su reutilización o reciclaje especializado. Las baterías deben desecharse en puntos autorizados para reducir impacto ambiental.	Must have
	Transporte	Portabilidad; Movilidad; Resistencia al transporte; Peso y dimensiones; Embalaje	Qué tan fácil y seguro es moverlo o transportarlo.	Debe ser portátil y ligero, no mayor a 2 kg, de modo que se coloque y retire de la silla de ruedas con facilidad. También debe ser resistente a los movimientos bruscos, compresión prolongada y golpes propios del uso.	Must have
Organización	Planificación	Costos de ciclo de vida; Disponibilidad a largo plazo; Estrategia de actualización; Capacitación y roles	Cómo se asegura la gestión a lo largo del tiempo.	El costo de ciclo de vida es bajo comparado con los gastos médicos de tratar úlceras. La disponibilidad de componentes como Flexiforce A201, FSR 406, el ESP32, y los LRA está asegurada por su uso extendido en electrónica	Must have
	Sostenibilidad	Consumo energético; Huella de carbono; Reciclabilidad; Impacto ambiental	Qué tan sostenible es el sistema durante todo su ciclo de vida.	Bajo consumo energetico debido a que ya que sensores como el Flexiforce A201, FSR 406, ESP32y los vibradores LRA con 3–5 V. Huella ambiental reducida por los materiales son ligeros.	Must have
	Aceptación social	Atractivo cultural y simbólico; Diseño percibido; Confianza del usuario; Riesgos éticos y regulatorios	Qué tan aceptado y confiable es por la sociedad y los usuarios.	Diseño discreto, sin complejidad al usar y aceptado por usuarios. Brinda autonomía y seguridad.	Must have
	Mercado	Viabilidad comercial; Segmentación de usuarios; Diferenciación frente a competidores; Estrategia de posicionamiento	Qué tan competitivo y viable es en el mercado objetivo.	El cojín puede posicionarse de forma innovadora frente a productos convencionales al integrar la vibración, los sensores de presión y la app para visualizar las zonas de mayor riesgo apra las úlcera. Además, se debe asegurar que el dispositivo no solo cumpla con las normas técnicas de seguridad eléctrica, sino también con las disposiciones éticas sobre el manejo de datos del individuo.	Must have