



FAJA SPINEGUARD

Integrantes del Equipo

- Edwing Amir Josemaria Saavedra Pairazaman
- Alvaro Sebastian Segura Huanatico
- Micaela Sumaq Yupanqui Muñoz
- Andrea Celeste Tapia Luque
- Diego Alessandro Benavides Rodriguez

Análisis del caso: Fractura vertebral con compromiso medular incompleto

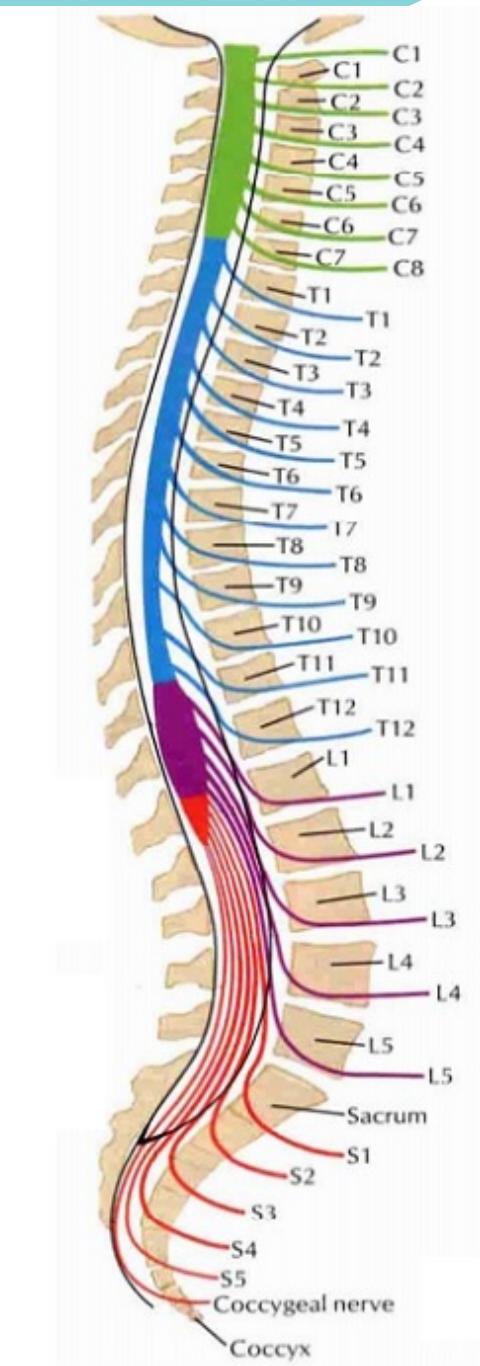
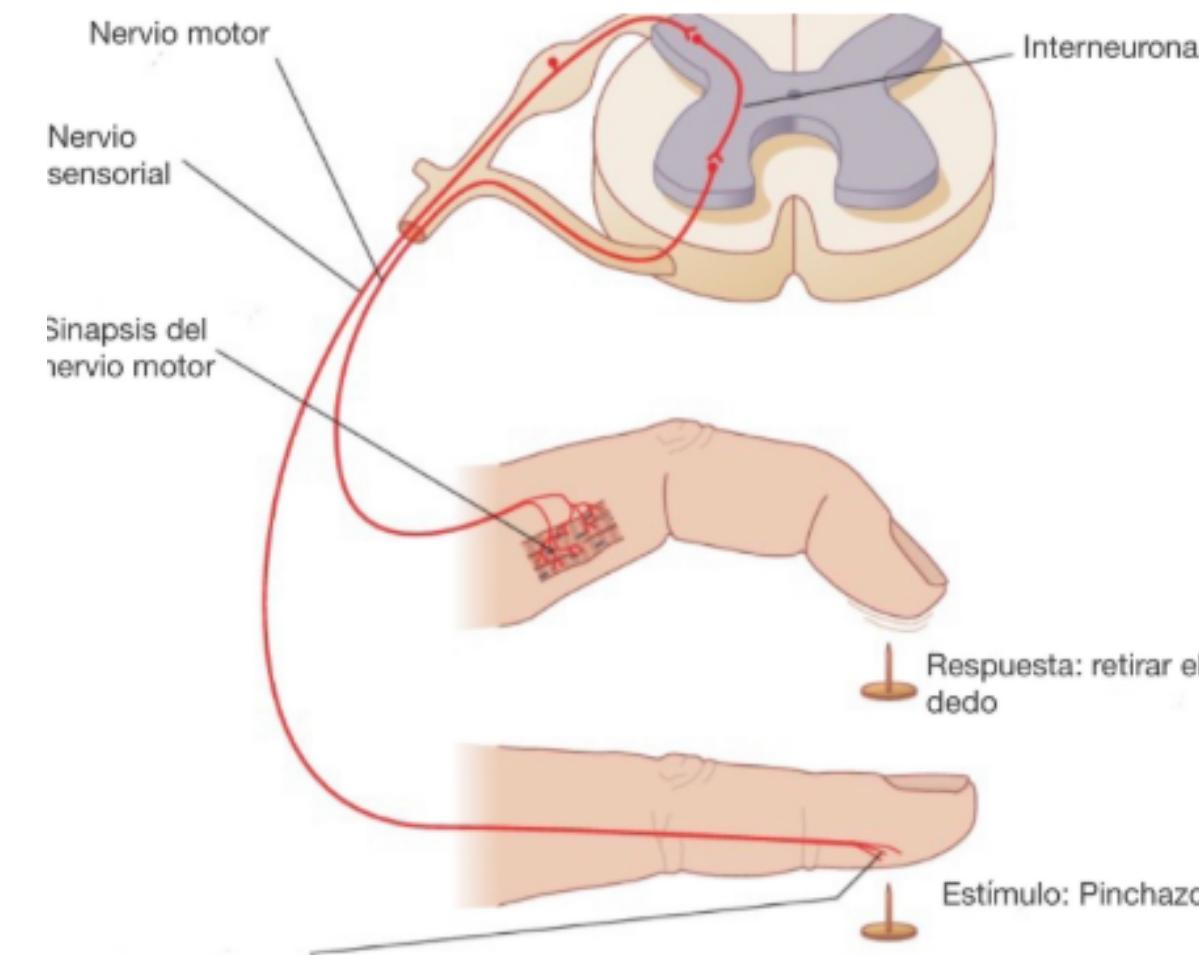
Anatomía afectada: Médula espinal a nivel torácico (T10-T12), nervios que controlan músculos abdominales, parte de piernas y órganos pélvicos.

Fisiología alterada:

Pérdida de movilidad y sensibilidad por debajo de la lesión (parálisis flácida).

Disfunción autonómica: vejiga/intestino neurogénico, riesgo de úlceras por presión.

Imagen: Esquema de médula espinal con área T12 resaltada.



Análisis del caso: ¿Por qué es urgente actuar?

- Global: 15.4 millones de personas con lesión medular (OMS, 2021). [1]
- Perú: 4,033 casos atendidos en 2022 por Instituto nacional de rehabilitación [2]
- Consecuencias: 35,2% desarrolla úlceras por presión
- Los adultos con lesiones medulares se enfrentan a barreras similares a la participación económica, con tasas de desempleo superiores al 60%. [1]



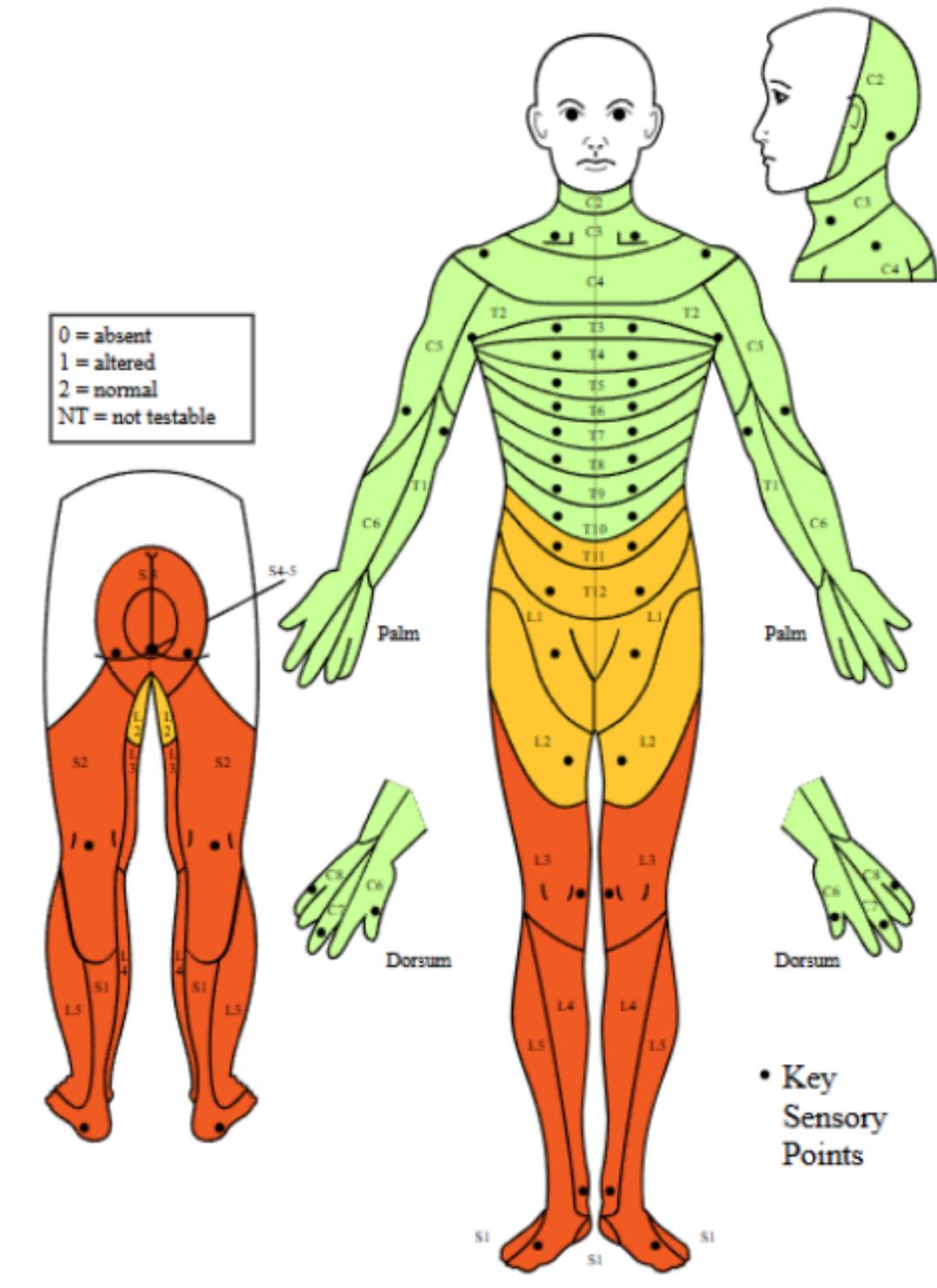
Análisis del caso: ¿Por qué es urgente actuar?

Edad	Media	39,8 años	Lesión raquídea	69% (n= 45)
	Desvio	17,7 años	Cirugía	41% (n=27)
	Mediana	35 años		
Sexo	Masculino	86% (n=60)	ASIA inicio	A 36,2% (n=21)
	Femenino	14% (n=10)		B 13,8% (n=8)
Procedencia	Interior	55% (n=38)		C 22,4% (n=13)
	Capital	45% (n= 31)		D 5,2% (n=3)
Etiología	Precipitación	36,4% (n=24)	Incompleta NE	22,4% (n=13)
	Tránsito	31,8% (n= 21)		
	Violencia	28,8% (n=19)	ASIA final	A 29,0% (n=18)
	Zambullida	1,5% (n= 1)		B 3,2% (n=2)
	Otros	1,5% (n= 1)		C 27,4% (n=17)
Nivel	Cervicales	57% (n=40)		D 25,8% (n=16)
	Dorsales	40% (n=28)	Incompleta NE	14,5% (n=9)
	Lumbares	3% (n=2)		
Lesiones asociadas	TEC	31% (n= 22)		
	Tórax	17% (n=12)		
	Abdomen	8,6% (n= 6)		
	Miembros	4,3% (n=3)		
	Piel	7,1% (n=5)		

Tabla de características sociodemográficas y clínicas de la población asistida con LMT.

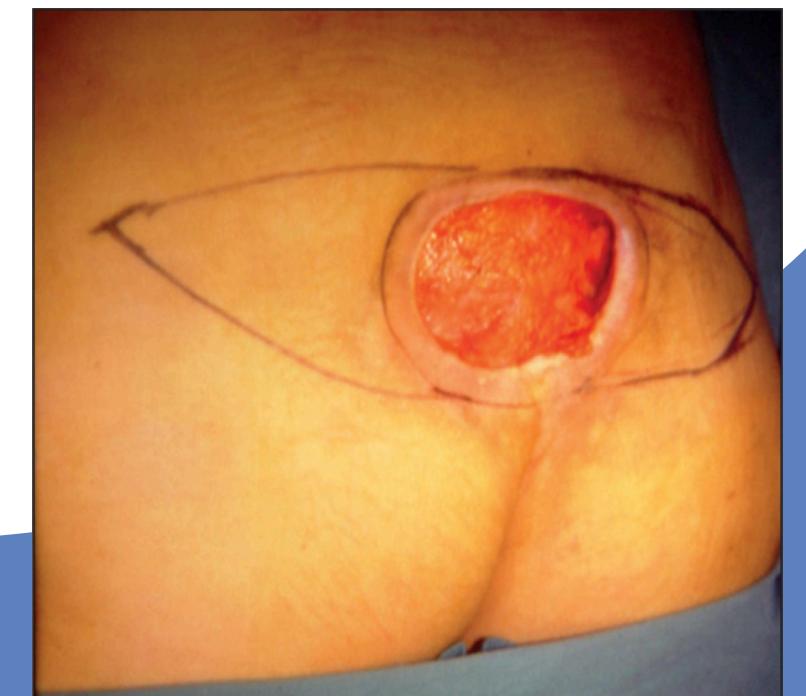
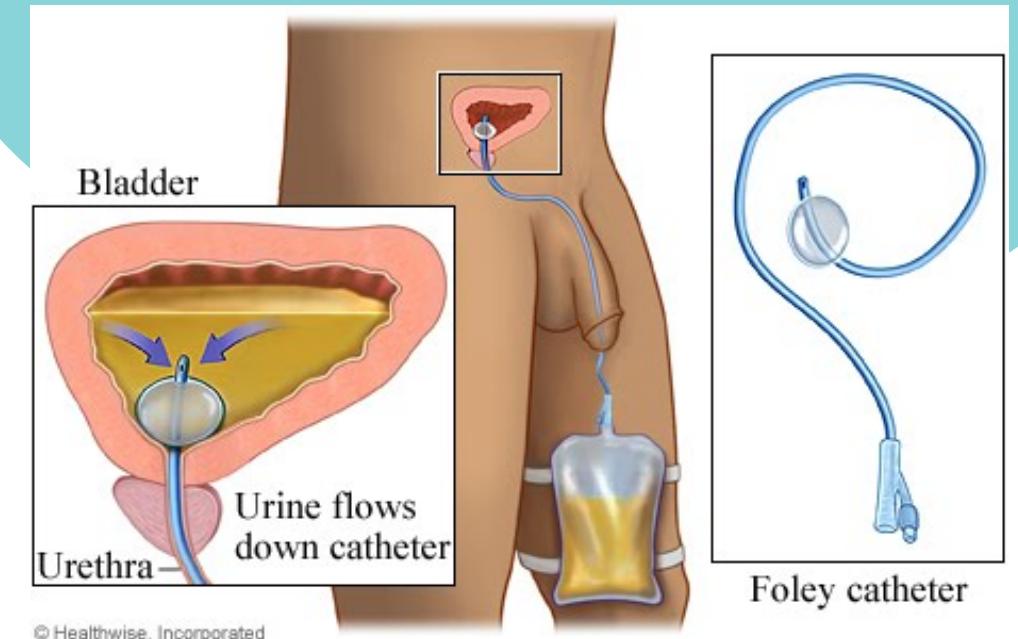
Análisis del Caso: Barreras físicas y sensoriales

- Motoras: Parálisis en miembros inferiores, hipotrofia muscular, dependencia de silla de ruedas.
- Sensoriales: Ausencia de sensibilidad en piernas y zona sacra (riesgo de úlceras no detectadas).
- Autonómicas: Retención urinaria (sonda permanente), estreñimiento severo.
- Imagen: Infografía de zonas corporales afectadas.



Análisis del Caso: Desafíos cotidianos

- Movilidad: Dificultad para transferencias (cama-silla), transporte inaccesible en Perú.
- Salud: Úlcera sacra existente (6.5x5.5 cm), riesgo de infecciones.
- Uso de sonda para orinar
- Psicológicos: Ansiedad por pérdida de autonomía y rol laboral (supervisor de construcción).



Análisis del Caso: Dependencia en Actividades Diarias

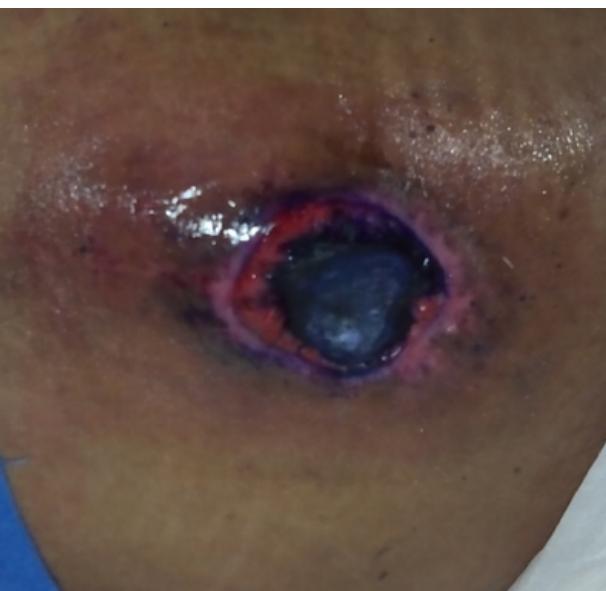
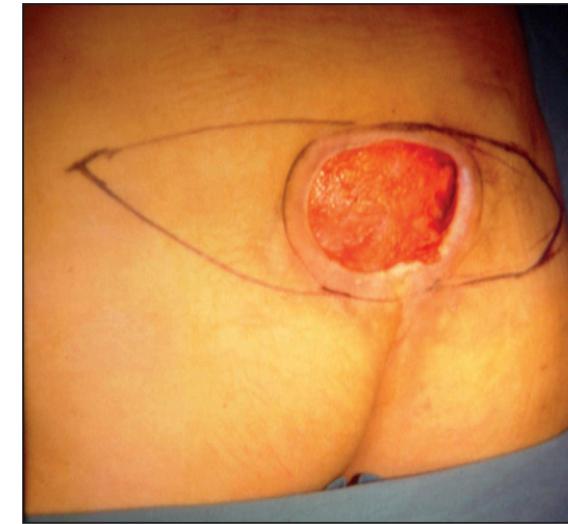


- Limitaciones:
 - Dificultad para ayudar en casa.
 - Vestido: Problemas para calzarse o usar pantalones.
 - Higiene: Baño asistido por riesgo de caídas.
- Impacto:
 - Tiempo requerido para actividades básicas: tres veces más lento que antes.
 - Necesidad de adaptaciones domiciliarias (rampas, barras).

Análisis del Caso: Úlceras por presión, un problema evitable

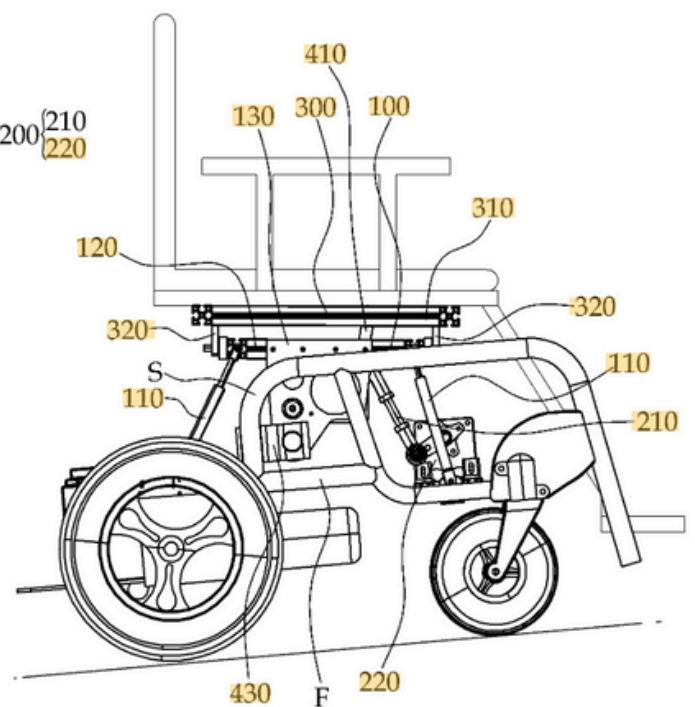
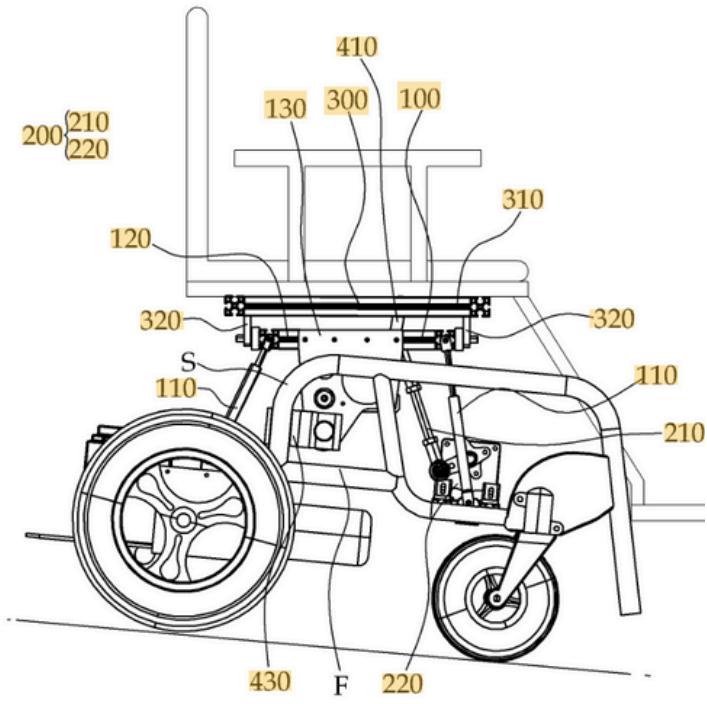
Úlcera Sacra (6.5 x 5.5 cm):

- Origen: Presión prolongada + humedad (maceración por sudor/orina).
- Riesgos:
 - Infección (\uparrow si no se detecta a tiempo por falta de sensibilidad).
 - Progresión a grados graves (hueso expuesto en etapa IV) o muerte celular.
- Cuidados requeridos:
 - Cambios posturales cada 15-30 min.
 - Limpieza diaria con antisépticos.
 - Evitar apoyo directo sobre la herida.



Estado del Arte

Patente 1. Aparato para mantener la posición postural en silla de ruedas [4]



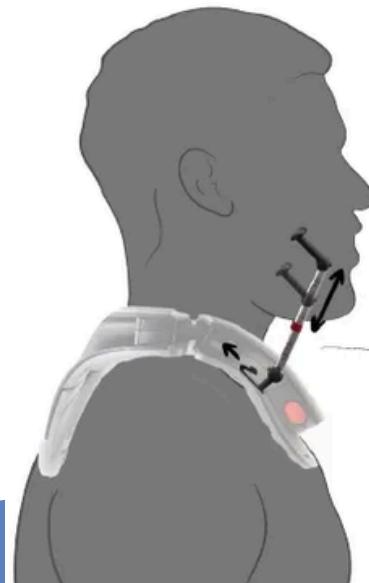
Patente 2. Silla de ruedas terapéutica bipedestable [5]

Patente 3. Vertex. Corrector de Postura [6]

VERTEX

Dispositivo para corregir la postura

¡Gracias a su reducido tamaño lo podrás llevar contigo siempre que quieras!



Sencillo
Portátil
Cómodo
Adaptable
Extensible
Trasportable

Cada usuario podrá adaptarlo a sus necesidades personales



Estado del Arte

Respaldo ergonómico corrige postura



Corrector de postura con sensor inteligente

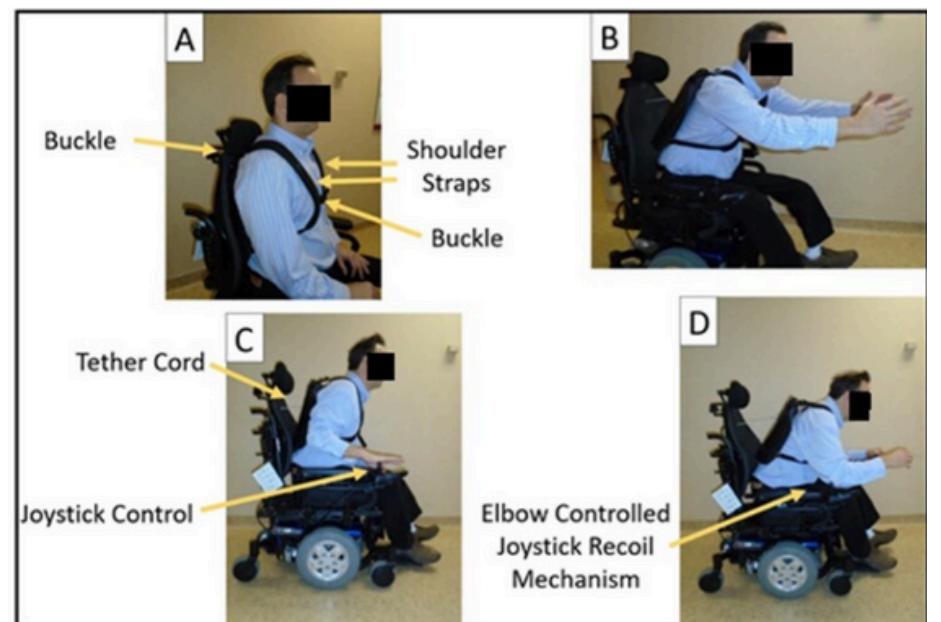
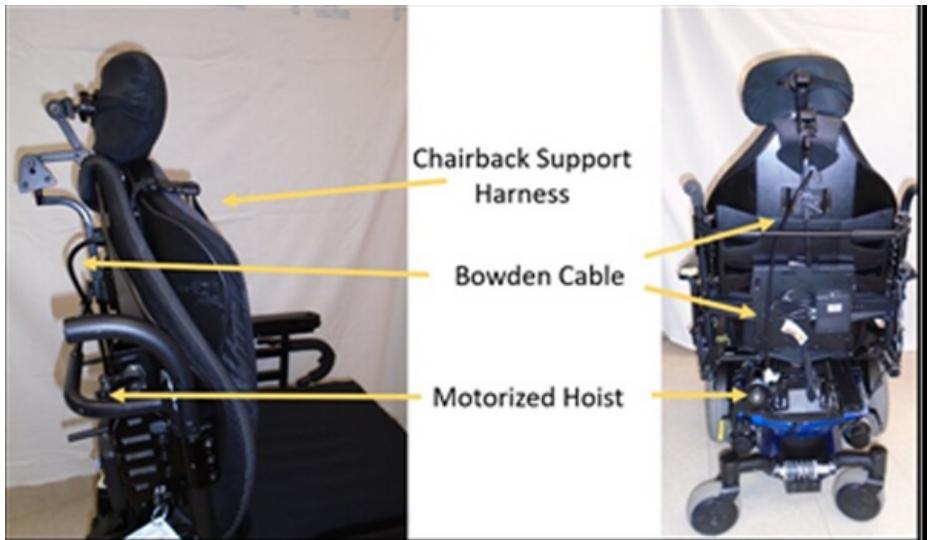
Corrector postura magnético



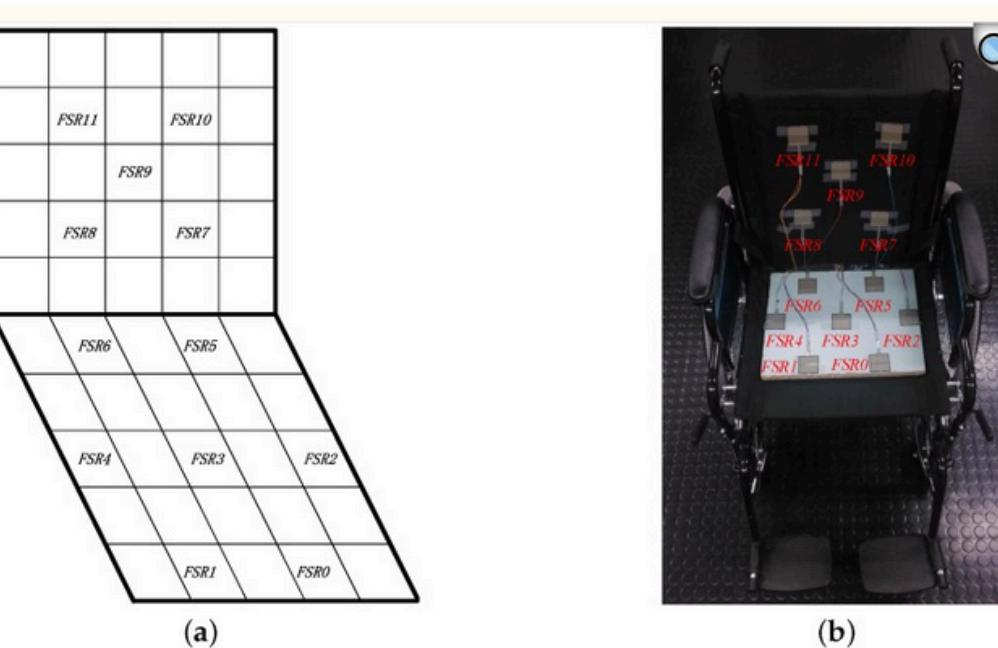
Estado del Arte

PROTOTIPOS

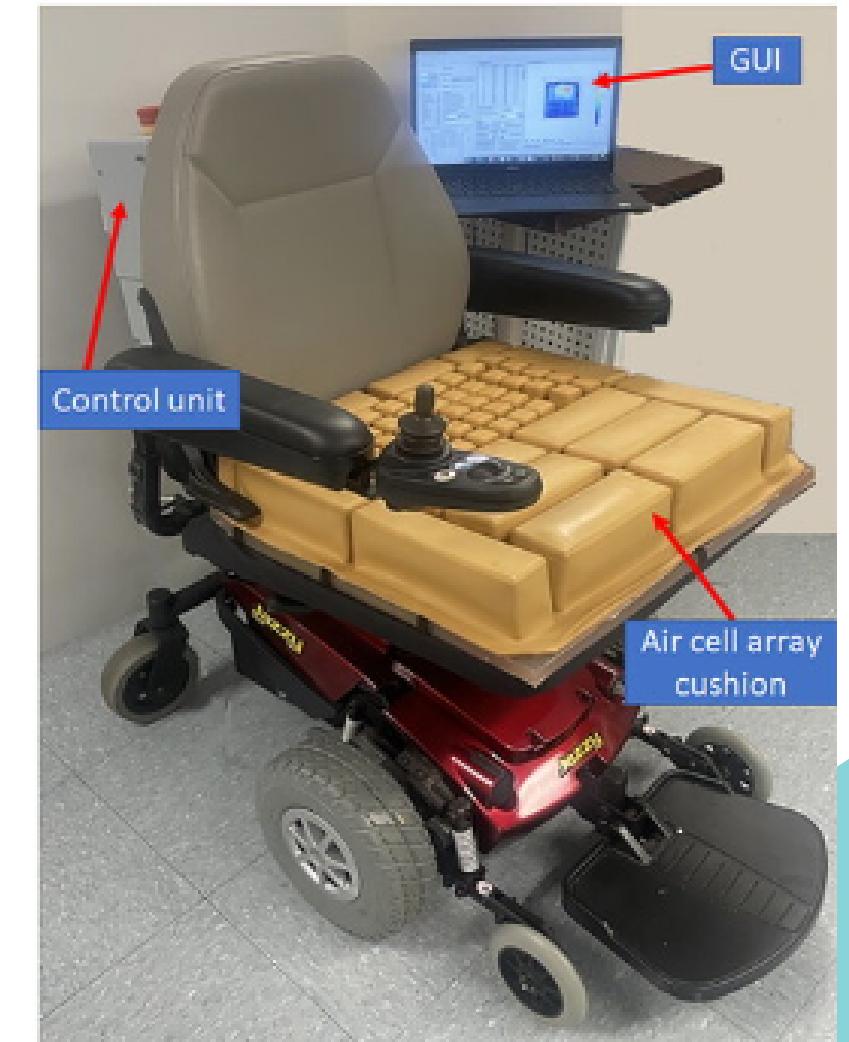
1. Dispositivo de control de tronco con arnés tipo mochila y sistema motorizado[7]



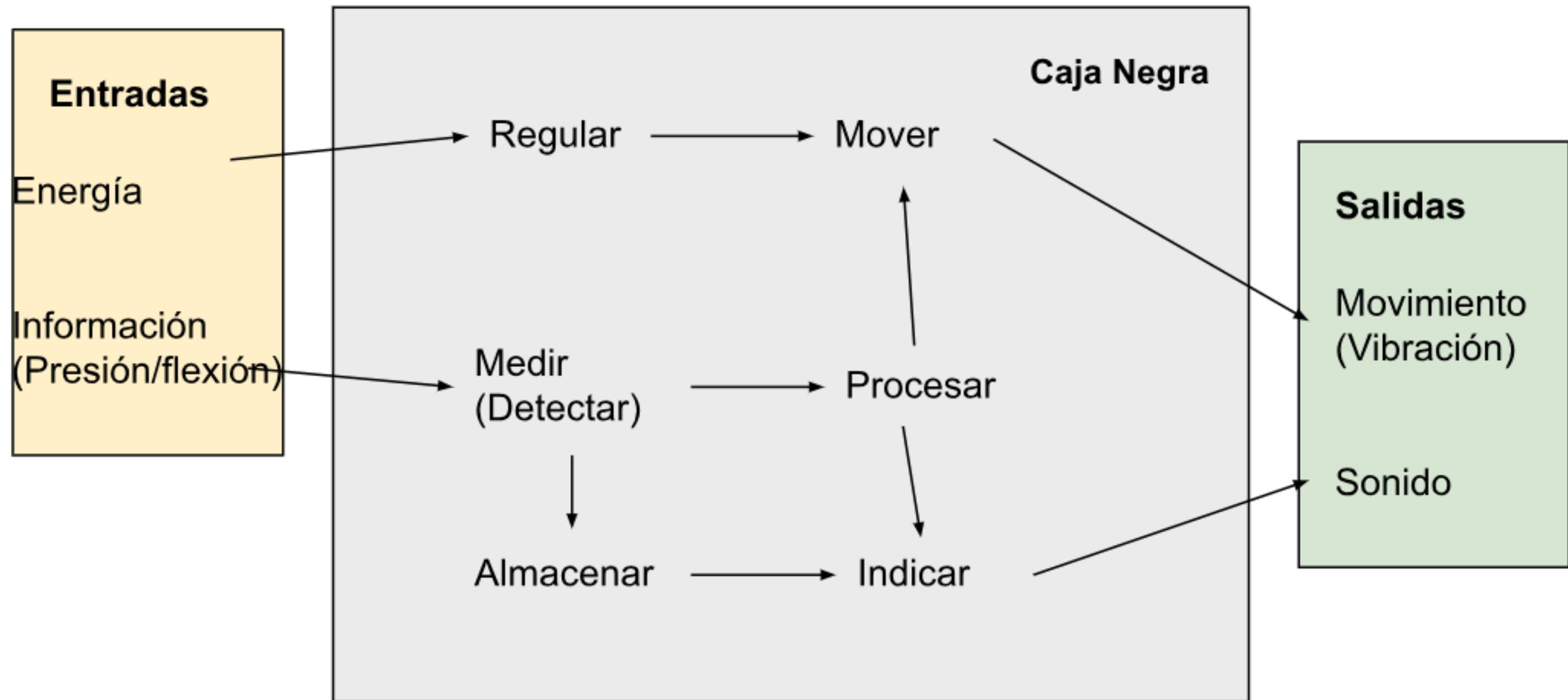
2. Cojín inteligente con sensores de presión y alertas en tiempo real[8]



3. Cojín inteligente con redistribución automática de presión[9]



Metodología VDI

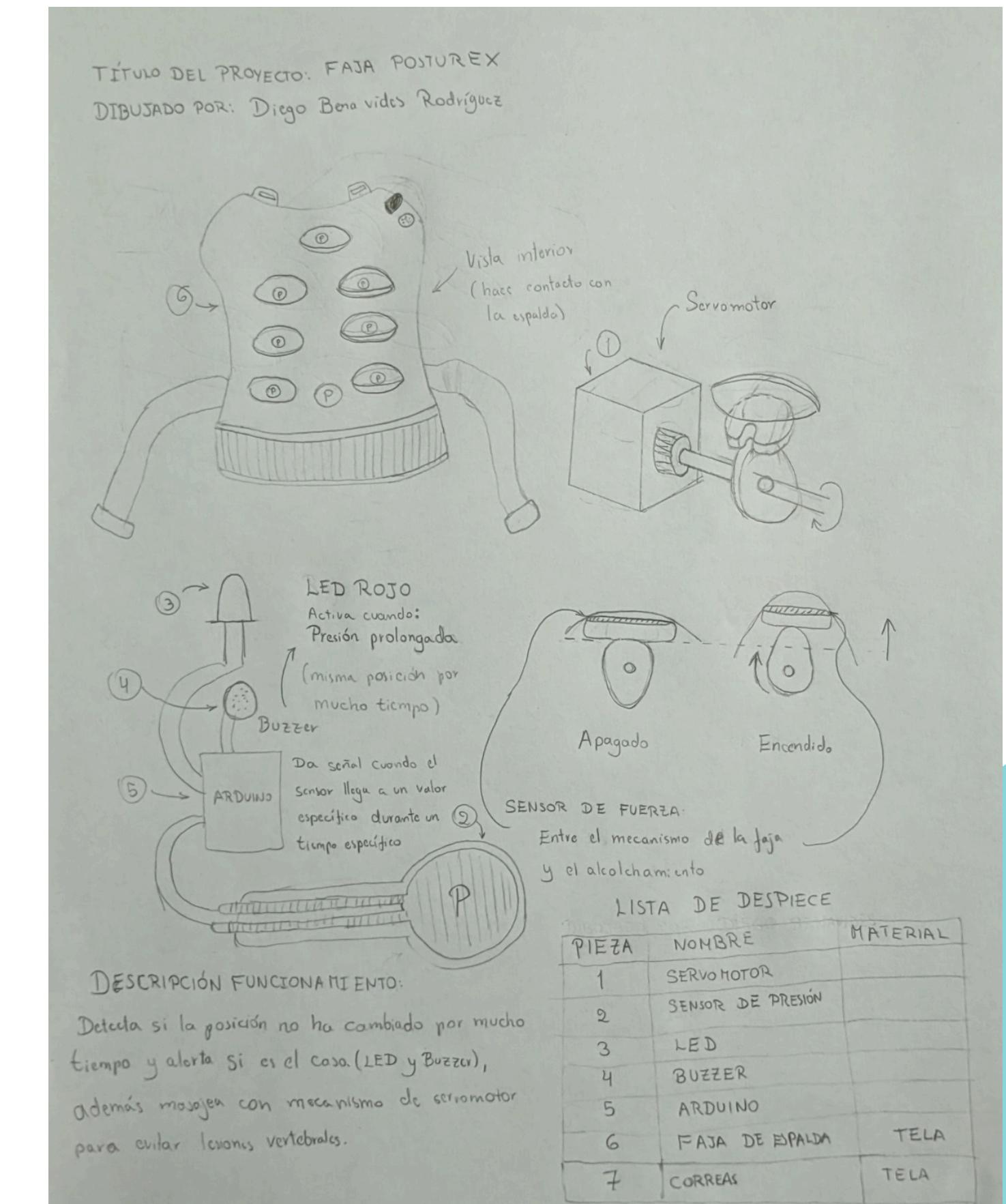
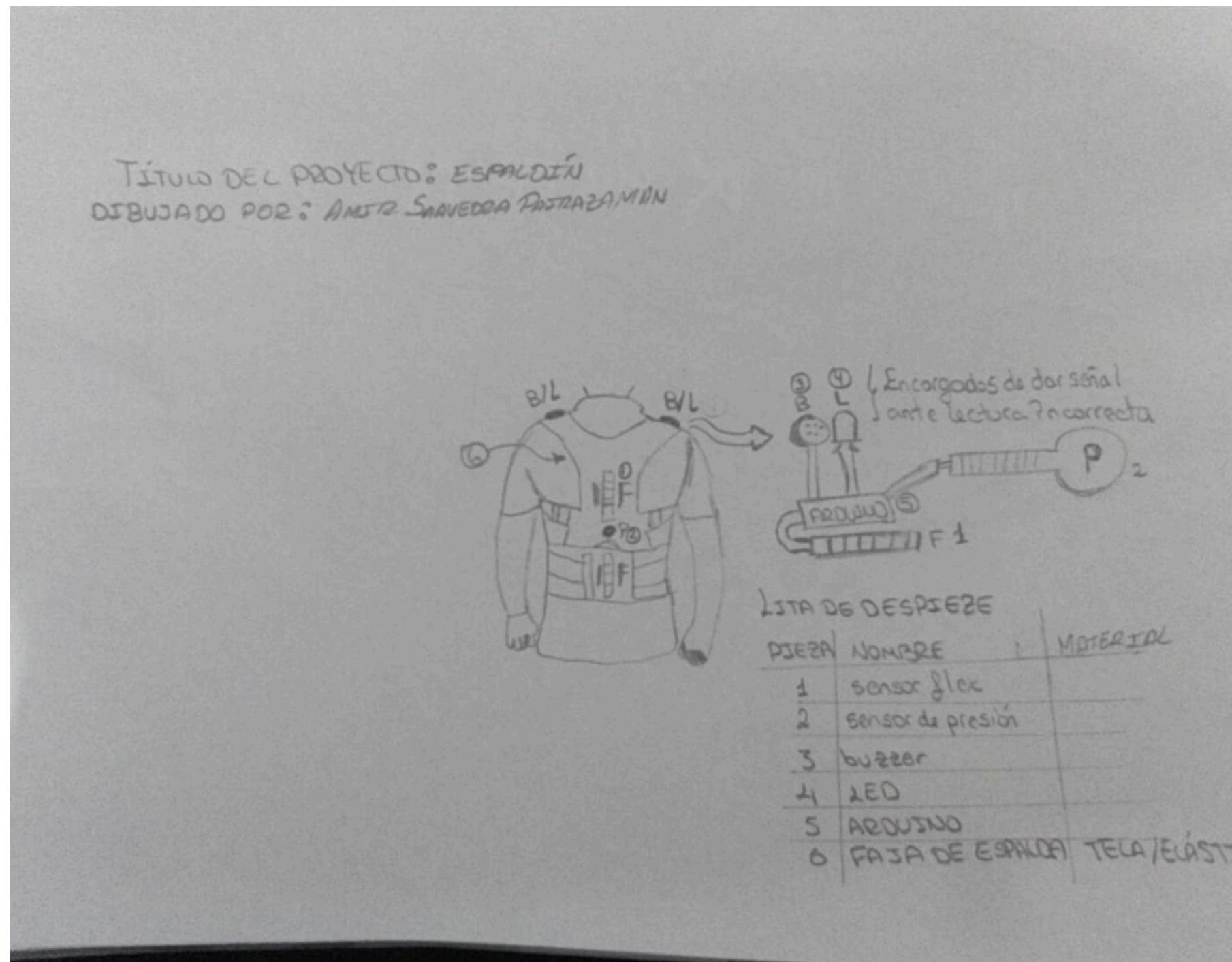


Metodología VDI

Muy FINCIONES	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
FUENTE DE ENERGÍA	Baterías reemplazables LiPo 3.7V 	Batería recargable LiPo 3.7V USB-C 	Batería recargable 1865 Li-Ion 3.7V
DETECTOR	IMU(Acelerómetro + Giroscopio)6050 	Flexómetro 	Galga extensiométricas + amplificador de señal
PROCESAR	Arduino Nano 33 IoT 	ESP32 	Arduino Nano 33 BLE Sense
ALERTAR	Buzzer 	Motor de vibración de 5V 	<p>→ C.S1 → C.S2 → C.S3 → C.S4</p>

Criterios	Descripción	C.S1	C.S2	C.S3	C.S4
Efectividad Clínica	Mejora la postura y mejora calidad de vida	3	3	4	2
Costo de Producción	Viabilidad económica (USD): <100 = 4; 100-300 = 3; 300-500 = 2; >500 = 1	3	3	2	3
Facilidad de Uso	Requiere mínimo entrenamiento para el paciente/cuidador.	4	3	3	2
Accesibilidad	Disponibilidad de materiales y tecnología en mercado local.	3	3	2	2
Innovación	Grado de originalidad y avance tecnológico.	1	2	3	1
Durabilidad	Resistencia a uso continuo (vida útil >2 años = 4; <1 año = 2).	3	3	2	2
Facilidad de ensamblaje	Es la dificultad de ensamblaje del equipo	4	3	2	3
Mantenimiento	Facilidad de reparación y limpieza.	4	4	3	3
Total	Suma de puntajes	25	24	21	18

Metodología VDI: Bocetos



Metodología VDI: Bocetos

TÍTULO DEL PROYECTO: FAJA SPINEGUARD
DIBUJADO POR: DIEGO BENAVIDES RODRÍGUEZ
BOCETO EN CONJUNTO:

The sketch illustrates a back brace with various sensors and components. The front view shows a central vertical strap with a buckle at the top, labeled with number 1. Numbered circles labeled 'P' are placed around the torso area, and a circle labeled 'B' is near the bottom right. Numbered circles labeled 'F' are located on the sides. Number 6 is at the bottom left. The side view shows a similar design with a central strap and a buckle, labeled with number 8. Callouts point to specific parts:
② P → Sensor de presión
③ F → Sensor flex
④ B → Buzzer alarma

Descripción del funcionamiento:

Faja con sensores de presión y flex para detectar la postura actual del paciente, dependiendo del tiempo que se mantenga una misma postura Se dará una alarma para cambiar de postura a través de un buzzer

LISTA DE DESPIECE

PIEZA	NOMBRE	MATERIAL
1	FAJA DE ESPALDA	TELA ELÁSTICA
2	SENSOR DE PRESIÓN	
3	SENSOR FLEX	
4	BUZZER	
5	CORREAS	TELA ELÁSTICA
6	FAJA CINTURA	TELA ELÁSTICA
7	BATERÍA	

Conclusiones/Siguientes pasos

- Se identificó las necesidades del paciente
- Beneficios, demostrando que la propuesta cubre las funcionalidades requeridas
- Reforzar ergonomía/aspectos técnicos según los hallazgos
- Refinar el prototipo según los *feedbacks*.
- Desarrollar versión funcional

En este diseño metodológico se pudo conseguir una propuesta de solución con mucho campo de mejora e implementación con mucha información recabada del paciente y de personas con la misma aficción.



A group of diverse hands, including white, brown, and black skin tones, are shown clapping and cheering. Some hands are in the foreground, while others are in the background, creating a sense of a large audience. The hands are set against a light blue background.

Gracias por la atención prestada

Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud, "Lesión de la médula espinal," 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>.
- [2] Ministerio de Salud del Perú, "Más de 2600 atenciones brindó el Instituto Nacional de Rehabilitación a pacientes con lesión medular," 2023. [En línea]. Disponible en: [D. O. Popovic, P. M. Phan, M. Zoghi, y J. L. Pons, "A novel user-centered trunk support system to improve postural control in wheelchair users with spinal cord injury," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, vol. 19, art. no. 59, pp. 1–14, 2022.](#)
[DOI:10.1080/10790268.2020.1863897.](#)
- [3] D. Mota y M. B. Ribeiro, "Calidad de vida en portadores de lesión medular con úlceras por presión," Enfermería Global, vol. 15, no. 2, pp. 230–243, 2016. [En línea]. Disponible en:
https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1695-61412016000200002&script=sci_arttext. [Accedido: 20-may-2025]
- [4] 오도영, 김근우, 심한수, 정우철, and 주식회사이지무브, "KR101623825B1 - Apparatus of holding postural position for wheelchair - Google Patents," Jan. 26, 2015.
<https://patents.google.com/patent/KR101623825B1/en>
- [5] D. A. B. López, J. P. R. Vicentini, B. L. D. Alexandre, and R. V. J. Pablo, "WO2015189760A1 - Silla de ruedas terapéutica bipedestable - Google Patents," Jun. 09, 2014.
<https://patents.google.com/patent/WO2015189760A1/es> 262–271, 2023.
[DOI:10.1080/10790268.2020.1863897](#)

- [6] La Fábrica de Inventos, "Vertex. Corrector de Postura (PATENTE EN VENTA) - La Fábrica de Inventos," La Fábrica De Inventos, Jul. 21, 2022.
<https://lafabricadeinventos.tienda/producto/vertex-corrector-de-postura-patente-en-venta/>
- [7] M. S. Mulcahey, L. Smith, M. Betz, E. Vogel, K. Cassidy y A. Saulino, "Development of a user-centered trunk support system for children and youth with spinal cord injury", J Spinal Cord Med., vol. 46, no. 2, pp. 262–271, 2023. DOI:[10.1080/10790268.2020.1863897](https://doi.org/10.1080/10790268.2020.1863897)
- [8] A. Esposito, A. D. Mauro, G. D. Pietro, M. D. Santo, y G. D. Pietro, "Posture Detection Based on Smart Cushion for Wheelchair Users," Sensors, vol. 17, no. 4, p. 719, Mar. 2017.
DOI:[10.3390/s17040719](https://doi.org/10.3390/s17040719)
- [9] A. Nasirian, V. Erel, P. Nuthi, Y. Gu, M. Allman, F. Meza, S. Sikka, y M. B. J. Wijesundara, "Smart seat cushion feasibility pilot study: automated interface pressure modulation of individuals with spinal cord injury," Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, vol. 19, no. 8, pp. 3100–3109, Nov. 2024. DOI: [10.1080/17483107.2024.2349712](https://doi.org/10.1080/17483107.2024.2349712)

- [10] L. S. Costanzo, *Fisiología*, 6^a ed. Barcelona, España: Elsevier, 2019.
- [11] K. E. Barrett, S. M. Barman, S. Boitano y H. L. Brooks, *Fisiología médica de Ganong*, 26^a ed. Madrid, España: McGraw-Hill, 2019.
- [12] Organización Mundial de la Salud, "Lesión de la médula espinal," World Health Organization, 1 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: [Agregar algo de texto](#)
- [13] Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación, "Actualización sobre la situación de la lesión medular en América Latina," Rev. Colomb. Med. Fís. Rehabil., 1 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: [Agregar algo de texto](#)
- [14] Gobierno del Perú, "Más de 2600 atenciones brindó el Instituto Nacional de Rehabilitación," Gob.pe, 1 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: [Agregar algo de texto](#)
- [15] Revista Médica Herediana, "Repercusión familiar y apoyo social en familias de pacientes con lesión medular," Rev. Méd. Herediana, 2 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: [Agregar algo de texto](#)
- [10] K. L. Kim, *Fisiología médica Ganong*, 26^a ed. México: McGraw-Hill, 2022.
- [16] World Health Organization, "Spinal cord injury," WHO, Nov. 16, 2022. [En línea]. Disponible: [Agregar algo de texto](#)
- [17] C. Barbiellini Amidei et al., "Epidemiology of traumatic spinal cord injury," Spinal Cord, vol. 60, no. 9, pp. 812-819, 2022. [En línea]. Disponible: [Agregar algo de texto](#)
- [18] L. Van Den Hauwe, P. C. Sundgren, and A. E. Flanders, "Spinal trauma and spinal cord injury (SCI)," en Diseases of the brain, head and neck, spine 2020-2023, 2020, pp. 231-240.
- [14] A. M. Pérez, "Valoración de la función respiratoria en la lesión medular," 2023.

- [19] H. C. Castrillo, M. J. C. Solano, and S. V. Leiton, "Particularidades y abordaje de la lesión espinal cervical en la población pediátrica," *Revista Médica Sinergia*, vol. 7, no. 06, 2022.
- [20] J. F. Cañar Camacho et al., "Factores de riesgo y prevalencia de la lesión medular en adultos," *Revista Multidisciplinaria Investigación Contemporánea*, vol. 1, no. 2, pp. 79-100, 2023.
- [21] F. Sheerin, "Spinal cord injury: anatomy and physiology of the spinal cord," *Emergency Nurse*, vol. 12, no. 8, pp. 30-36, 2004, doi: 10.7748/en2004.12.12.8.30.c1199.
- [22] J. Mervis, "Lesiones por presión," Manual MSD, 8 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: Agregar algo de texto
- [19] F. H. Netter, *Atlas de Anatomía Humana*, 7^a ed. Barcelona: Elsevier, 2019, lámina 171.
- [20] F. H. Netter, *Atlas de Anatomía Humana*, 7^a ed. Barcelona: Elsevier, 2019, lámina 172.
- [23] T. T. Roberts et al., "Classifications In Brief: ASIA Impairment Scale," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 475, pp. 1499-1504, 2017, doi: 10.1007/s11999-016-5133-4.
- [24] B. Bloem et al., "Activation of balance corrections in a patient with total proprioceptive loss," *Exp. Brain Res.*, vol. 142, pp. 91-107, 2002, doi: 10.1007/s00221-001-0926-3.
- [25] K. Nas et al., "Rehabilitation of spinal cord injuries," *World J. Orthop.*, vol. 6, no. 1, pp. 8-16, 2015, doi: 10.5312/wjo.v6.i1.8.
- [26] J. S. Dryden et al., "Suicide after spinal cord injury," *Spinal Cord*, vol. 55, no. 4, pp. 348-353, 2017, doi: 10.1038/sc.2016.135.
- [27] R. S. Gailey et al., "The Amputee Mobility Predictor," *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 83, no. 5, pp. 613-627, 2002, doi: 10.1053/apmr.2002.32178.

- [28] C. H. Bombardier et al., "Guía para médicos sobre depresión después de LME," Top Spinal Cord Inj. Rehabil., vol. 26, no. 3, pp. 152-156, 2020.
- [29] National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2023 Annual Statistical Report, Univ. Alabama, 2023.
- [30] Ministerio de Salud del Perú, Protocolo de Atención de Lesión Medular, Lima: MINSA, 2022.
- [31] A. V. Krassioukov et al., "Autonomic function following cervical SCI," J. Spinal Cord Med., vol. 45, no. 2, pp. 145-154, 2022.
- [32] Hollister Inc., "Urinary catheter with pH sensor," U.S. Patent 20210000654 A1, 2021.
- [33] R. Esquenazi et al., "Lower limb exoskeleton for SCI," U.S. Patent 11 491 032 B2, 2022.
- [34] Ottobock SE & Co., "Pressure-sensitive cushion for wheelchair users," WO Patent 2021/156478 A1, 2021.
- [35] J. M. Castellano, "Manejo prehospitalario de la lesión medular," Rev. Emergencias, vol. 19, pp. 25-31, 2007.
- [36] R. L. Harvey, "Management of spinal cord injury," Prog. Brain Res., vol. 152, pp. 321-329, 2006.
- [37] J. M. G. Benzel et al., "Orthotic stabilization of thoracolumbar injuries," Spine, vol. 15, no. 7, pp. 657-659, 1990.
- [38] Y. He et al., "Exoskeleton-assisted rehabilitation in SCI," World Neurosurg., 2024, doi: 10.1016/j.wneu.2024.01.167.

[39] W. A. Bauman and C. P. Cardozo, "Osteoporosis in SCI," PM&R, 2014, doi: 10.1016/j.pmrj.2014.08.948.

[40] N. M. Vecin and D. R. Gater, "Pressure ulcers and treatment following SCI," J. Pers. Med., vol. 12, no. 7, p. 1130, 2022, doi: 10.3390/jpm12071130.

[41] J. H. Martin, "Neuroplasticity of SCI and repair," in Spinal Cord Injury Pain, Elsevier, 2022, doi: 10.1016/B978-0-12-819410-2.00017-5.

[42] J. V. Glinsky and L. A. Harvey, "Physiotherapy management of SCI," J. Physiother., vol. 70, no. 4, pp. 256-264, 2024, doi: 10.1016/j.jphys.2024.09.008.

[43] G. D. Zanca et al., "Rehabilitation of individuals with SCI," Arch. Phys. Med. Rehabil., vol. 89, no. 3, pp. 486-496, 2008, doi: 10.1016/j.apmr.2007.12.037.