

Suelos sensorizados para monitorización de marcha y fragilidad

Análisis de patentes y evaluación preliminar de patentabilidad

Estudio/Informe de patentabilidad y búsqueda del Estado de la Técnica.

Proyecto:



Alcance:

El documento integra un análisis preliminar de patentes y formula una evaluación preliminar de patentabilidad y FTO. **No sustituye un dictamen jurídico de libertad de operación.** Antes de una explotación comercial deberán verificarse las reivindicaciones vigentes, la titularidad y el estado legal en los registros oficiales de cada jurisdicción objetivo.

Contenido

Resumen ejecutivo

1. Objeto, alcance y metodología
 2. Taxonomía tecnológica y estrategia de búsqueda
 3. Evolución del paisaje y actores relevantes
 4. Corpus representativo de patentes y estado de la técnica
 5. Desglose técnico de reivindicaciones
 6. Evaluación preliminar de patentabilidad
 7. FTO preliminar y espacios de diseño
 8. Estrategia de propiedad industrial y árbol de reivindicaciones
 9. Conclusiones y plan de trabajo recomendado
- Anexo. Cadenas de búsqueda y referencias

Resumen ejecutivo

Conclusión principal

La **idea general** de la tecnología para monitorizar la marcha, riesgo de caída o evolución funcional mediante sensores no intrusivos integrados en el suelo **no es nueva**. Existe estado de la técnica desde al menos la década del 2000 aplicada a tecnologías de vibraciones estructurales, matrices de presión y alfombras inteligentes. La oportunidad de protección se desplaza, por tanto, hacia una **implementación técnica específica** que resuelva problemas todavía difíciles de solucionar y llevar a un producto comercial, como es la autocalibración frente a pavimentos y usuarios heterogéneos, compensación de la función de transferencia del suelo, control de deriva, inferencia longitudinal individualizada y despliegue modular con prestaciones verificables.

Los análisis previos desarrollados coinciden en el alcance, las clases tecnológicas principales, las limitaciones del análisis FTO (*Freedom to Operate*¹), los retos de escalado y las conclusiones generales. El corpus de documentos de patentes detectado y analizado confirma la existencia de al menos tres familias de soluciones diferenciadas:

1. La primera utiliza **vibraciones del suelo** para derivar eventos de pisada, parámetros temporales y, más recientemente, parámetros espaciales y biomarcadores de marcha.
2. La segunda utiliza **matrices de presión o resistencia** integradas en alfombras, baldosas o capas de pavimento.
3. La tercera desplaza el valor hacia la **analítica longitudinal**, la predicción de caídas y la generación de indicadores de salud. [P1] [P3] [P4] [P6] [P7]

Resumen de análisis de patentabilidad de la idea desarrollada en el proyecto NEWHOMES:

Dimensión	Lectura consolidada	Implicación
Novedad de la idea general	Baja. Existen antecedentes sobre vibración, presión, smart carpets y análisis longitudinal.	No basar una solicitud en “suelo sensorizado + análisis de marcha” de forma genérica.
Patentabilidad de una solución concreta	Potencial medio-alto si se demuestra un efecto técnico diferencial y no obvio.	Centrar la invención en calibración, robustez físico-digital, modularidad técnica o control de deriva.
Riesgo FTO	Medio y dependiente de jurisdicción y arquitectura.	Separar hardware, adquisición, analítica y salida clínica, revisar reivindicaciones activas por mercado.
Espacio más prometedor	Autocaracterización del pavimento + normalización + línea base personal longitudinal.	Formular reivindicaciones alrededor del mecanismo técnico, no del resultado clínico abstracto.
Protección complementaria	Patente + secreto empresarial.	Patentar lo observable/reproducible, reservar <i>datasets</i> , pesos, etiquetado y parámetros de producción.

¹ *Freedom to Operate (FTO) o Libertad de Operación: análisis legal y técnico que determina si la fabricación, comercialización o uso de un producto o tecnología puede llevarse a cabo en un territorio específico sin vulnerar derechos de patente en vigor pertenecientes a terceros.*
FGCSIC | Informe de patentabilidad y búsqueda del Estado de la Técnica | 2025

Decisión recomendada

Previo al final del proyecto se ha desarrollado este análisis, pero se recomienda que al final del proyecto, antes de redactar una solicitud completa, se debería preparar una **ficha de invención** con arquitectura real, tipo y posición de sensores, cadena de adquisición, procedimiento de calibración, variables de marcha, lógica longitudinal y resultados experimentales con las conclusiones finales derivadas del know-how del proyecto. Con esa definición se podrá ejecutar una búsqueda de anterioridades dirigida a las características que realmente se pretendan reivindicar en una potencial solicitud de patente en el futuro.

1. Objeto, alcance y metodología

1.1 Objeto del informe

Se ha elaborado un estudio analítico para responder de forma coherente a dos preguntas distintas pero conectadas. En primer lugar, se determina **qué se encuentra ya protegido o divulgado** en el entorno de los suelos sensorizados para análisis de marcha, fragilidad y caídas. En segundo lugar, se valora **qué partes de una futura solución del consorcio podrían conservar margen de patentabilidad y de diseño**. La separación de estas dos cuestiones es esencial, ya que una publicación/solicitud expirada o abandonada puede dejar de bloquear la explotación, pero seguir siendo relevante con anterioridad contra la novedad o la actividad inventiva.

1.2 Alcance técnico

Se considera una solución no óptica y no intrusiva instalada sobre, dentro o debajo del pavimento o de una superficie habitable. Quedan comprendidos sensores piezoeléctricos, piezorresistivos, resistivos, capacitivos, acelerómetros, geófonos y otros captadores de vibración o carga, junto con la electrónica de adquisición, el procesamiento local o remoto y los modelos que transforman señales de pisada en parámetros de marcha, tendencias funcionales, indicadores de fragilidad o riesgo de caída.

1.3 Método de integración y ampliación

Se han utilizado registros públicos de patentes, documentación de OEP, USPTO y OMPI y literatura científica reciente.

Límite cuantitativo

No se presenta un supuesto “Top 10 por número de familias” ni un recuento de familias de los últimos ocho años porque no se ha ejecutado una exportación exhaustiva y normalizada de resultados desde una base profesional. Se ofrece, en su lugar, un **mapa de diez actores representativos** sustentado en documentos concretos. Un ranking cuantitativo sin corpus completo sería metodológicamente débil.

2. Taxonomía tecnológica y estrategia de búsqueda

2.1 Taxonomía funcional

Bloque	IPC/CPC de partida	Uso en la búsqueda
Captura mecánica y vibración	G01H 1/00; G01L 1/16; G01L 1/20; G01L 1/205	Vibración estructural, elementos piezoeléctricos y sensores resistivos/distribuidos de fuerza o presión.
Integración en pavimento	E04F 15/00; E04F 15/02	Capas, baldosas, revestimientos, módulos y elementos integrados en el suelo.
Dispositivo no invasivos	A61B 5/6887; A61B 5/6892	Captadores no llevados por el paciente, especialmente alfombras y superficies instrumentadas.
Marcha y caídas	A61B 5/112; A61B 5/1117; A61B 5/1118	Análisis de marcha, detección de caídas y actividad corporal.
Alarmas y prevención	G08B 21/04 y subgrupos; G08B 31/00	Seguridad de personas, caída y alarmas predictivas.
Analítica de salud	G16H 50/20; G16H 50/30; G16H 50/70	Ayuda al diagnóstico, riesgo individual y minería de datos médicos.
Aprendizaje automático	G06N 3/02; G06N 3/044; G06N 3/0464	Redes neuronales y modelos aplicados a señales temporales.
Reconocimiento de marcha	G06V 40/25	Clase cercana pero útil para recuperar soluciones sustitutivas, aunque muchas sean ópticas.

La clasificación debe utilizarse como una **mallá de recuperación**, no como una frontera rígida. Documentos muy relevantes aparecen clasificados por el componente dominante (suelo, presión, seguridad o salud) y no necesariamente por el ámbito de la “fragilidad” que centra el objetivo del proyecto. Por ello, las búsquedas por códigos deben combinarse con conceptos funcionales en título, resumen, reivindicaciones y texto completo.

2.2 Cadenas maestras de recuperación

Cadena	Objetivo	Lógica propuesta
A	Alta precisión, Title/Abstract	("smart floor*" OR "sensorized floor*" OR "instrumented floor*" OR "floor-mounted" OR "floor vibration*" OR "smart carpet*") AND (gait OR walking OR locomotion OR frailty OR "fall risk" OR "fall detection") AND (piezo* OR pressure OR force OR vibration OR geophone OR resistiv* OR acceleromet*) NOT (wearable OR insole OR camera OR optical)
B	Alta exhaustividad, Claims	((floor OR flooring OR pavement OR tile OR carpet OR surface) NEAR/5 (sensor* OR geophone* OR piezo* OR piezoresist* OR pressure OR vibration OR acceleromet*)) AND (gait OR cadence OR "step length" OR "stride length" OR symmetry OR balance OR frailty OR fall*)
C	Tecnologías sustitutivas	((mmwave OR "millimeter wave" OR FMCW OR radar OR Doppler OR RF) NEAR/5 (gait OR walking OR fall* OR frailty OR elderly)) OR (((floor OR surface OR carpet OR tile) NEAR/5 (pressure OR vibration OR piezo* OR contact)) AND (gait OR fall* OR frailty))) NOT (wearable OR camera)

Las tres expresiones anteriores son una lógica maestra. La sintaxis debe adaptarse a cada motor. PATENTSCOPE admite campos como **EN_TI**, **EN_AB** y **EN_CL** y proximidad mediante una frase seguida de ~N o mediante NEAR. Espacenet permite seleccionar Title, Abstract y Claims y dispone de operadores de proximidad específicos. [R3] [R4]

2.3 Filtros recomendados

Para el análisis general se propone una ventana temporal del 2010 al 2026, ampliada retrospectivamente cuando aparezcan familias fundacionales citadas. Para FTO deberán conservarse solo miembros potencialmente exigibles en las jurisdicciones objetivo y revisarse prioridad, concesión, anualidades, oposiciones, limitaciones, cesiones y

expiración. Para patentabilidad, por el contrario, deben mantenerse también publicaciones abandonadas, expiradas y literatura no patente, porque pueden constituir estado de la técnica.

3. Evolución del entorno de las patentes y actores relevantes

3.1 Evolución cualitativa

Periodo	Eje técnico dominante	Ejemplos	Lectura
2003 - 2014	Detección pasiva de pisadas/caídas mediante vibración y acústica.	UVA; Ben-Gurion/Ramot	Se establecen arquitecturas básicas de captación ambiental y clasificación de eventos.
2015 - 2020	Alfombras y pavimentos con matrices de presión, seguimiento de actividad y salud.	IBM; Univ. Arizona; Tarkett	El suelo se convierte en una plataforma de sensores distribuida y modular.
2019 - 2024	Analítica longitudinal, deterioro de marcha, baldosas inteligentes y conectividad.	Scanalytics; Huawei	El valor migra desde la detección puntual hacia trayectoria, predicción y gestión de grandes superficies.
2023 - 2026	Vibración estructural + modelos de estimación de parámetros de marcha y perfiles personalizados.	Stanford; GaitVibe	Se observa mayor conexión entre ingeniería estructural, ML y biomarcadores funcionales.

El conjunto observado es compatible con un dominio todavía activo y en evolución, pero **no permite afirmar cuantitativamente** que se encuentre en fase emergente, de consolidación. Para esa conclusión deberían contarse familias por año de prioridad, normalizar continuaciones/divisionales y medir la proporción de familias todavía activas.

3.2 Diez actores representativos detectados

Actor	Tipología	Activo/documento detectado	Relevancia
Stanford University	Universidad	US20240423503A1	Geófonos y vibraciones del suelo para parámetros espacio-temporales e indicadores de salud.
Scanalytics, Inc.	Pyme / smart building	US20240112560A1	Deterioro de marcha, propensión a caída e intervención desde <i>smart floor tiles</i> .
Huawei Technologies	Big Tech	US11699048B2	Unidades inalámbricas modulares de presión, RFID y superficies sensorizadas.
Tongji University	Universidad	CN111179547B	Películas piezoeléctricas integradas y localización de caídas.
University of Arizona	Universidad	US10856810B2	<i>Smart carpet</i> resistivo para actividad, marcha, fragilidad y emergencias.
University of Virginia	Universidad	US8551026B2	Antecedente fundacional de marcha y caídas a partir de vibraciones del suelo.
IBM	Big Tech	US10096383B2	<i>Smart floor mat</i> con comparación histórica y generación de <i>insight</i> de salud.
Sekisui Chemical	Industria de los materiales	JP2015192799A	Lámina piezoeléctrica y detección de caídas por agrupación de sensores.
Tarkett B.V.	Industria pavimentos	US20180306657A1	Arquitectura modular de pavimento sensible a presión y elementos de interconexión.

Actor	Tipología	Activo/documento detectado	Relevancia
Ben-Gurion / Ramot	Universidad / transferencia	US8179268B2	Fusión de vibración y acústica para clasificación automática de caídas.

Interpretación del mapa de actores

La tabla identifica actores técnicamente relevantes, **no un ranking por tamaño de cartera**. La coexistencia de universidades, fabricantes de pavimentos, tecnológicas y empresas de *smart building* indica que la competencia no se concentra en una sola industria y que el diseño de una futura estrategia de explotación deberá contemplar tanto licencias tecnológicas como acuerdos con integradores de superficies y atención sociosanitaria.

3.3 Polos geográficos y su intensidad innovadora

El corpus representativo muestra una especial intensidad en la actividad innovadora en Estados Unidos, China, Japón y familias internacionales PCT/EP en antecedentes concretos. La lectura territorial debe hacerse familia por familia. Por ejemplo, la solicitud de Stanford observada es estadounidense, mientras que la familia de Huawei incluye Estados Unidos, PCT y China. La existencia de una publicación PCT no equivale a un derecho ejecutable pero el riesgo depende de las fases nacionales y de su estado. [P7] [P10]

4. Corpus representativo de patentes y estado de la técnica

4.1 Patentes más importantes

Ref.	Documento	Titular / solicitante	Núcleo técnico	Lectura para el proyecto
P1	US8551026B2	UVA Licensing / Univ. Virginia	Vibraciones/deflexión del suelo para marcha y caídas.	Anterioridad fuerte contra formulaciones amplias de “inferir marcha desde vibración del suelo”.
P2	US8179268B2	Ben-Gurion / Ramot	Acelerómetro en suelo + micrófono + clasificación.	La fusión multimodal ambiental para caída tampoco es, por sí sola, un espacio nuevo.
P3	US10096383B2	IBM	Matriz de presión + comparación histórica + insight de salud.	Afecta a ideas generales de tendencia longitudinal sobre alfombra o esterilla inteligente (<i>smart mat</i>).
P4	US10856810B2	University of Arizona	Alfombra resistiva, presión plantar, actividad, marcha y fragilidad.	Antecedente directo de superficie flexible no invasiva con analítica de salud.
P5	US20180306657A1	Tarkett B.V.	Capas resistivas, baldosas y conexiones modulares.	Reduce la novedad de una propuesta genérica basada en la adaptación o modernización modular sobre superficies existentes sin necesidad de obra.
P6	US20240112560A1	Scanalytics, Inc.	Deterioro de marcha longitudinal y propensión a caída.	Zona sensible para reivindicar pre-fragilidad solo como cambio temporal de marcha.

Ref.	Documento	Titular / solicitante	Núcleo técnico	Lectura para el proyecto
P7	US20240423503A1	Stanford University	Geófonos + ML + parámetros temporales/espaciales + perfil personal.	Documento particularmente cercano a soluciones basadas en vibración estructural.
P8	CN111179547B	Tongji University	Películas piezoeléctricas integradas y red 2D para caída.	Relevante para hardware piezoeléctrico empotrado, principalmente en China según el registro consultado.
P9	JP2015192799A	Sekisui Chemical	Lámina piezoeléctrica y lógica espacial por grupos de sensores.	Anterioridad sobre detección de caída en una superficie piezoeléctrica.
P10	US11699048B2	Huawei Technologies	Unidades modulares inalámbricas, presión, RFID, energía y mantenimiento.	Riesgo técnico relevante para baldosas inalámbricas y arquitectura distribuida, especialmente en US/CN.

4.2 Literatura científica reciente

La evolución científica refuerza la maduración de la vía basada en vibración. En agosto de 2026 se publicó **GaitVibe**, un conjunto de datos de vibraciones del suelo obtenido con 42 adultos, incluyendo marcha normal y tres patrones anómalos simulados, con referencia de captura de movimiento 3D y plantillas de presión. Esta evidencia no determina patentabilidad por sí sola, pero indica que la validación cuantitativa y la disponibilidad de datos de referencia están aumentando. [S1]

5. Desglose técnico de reivindicaciones

5.1 Hardware y material

Patrón reivindicativo	Ejemplos	Riesgo / oportunidad
Sensor mecánico acoplado al suelo	UVA; Stanford	Muy concurrido a nivel conceptual. La diferenciación debe residir en geometría, acoplamiento, autocaracterización o procesamiento específico.
Matriz resistiva/piezorresistiva distribuida	IBM; Arizona; Tarkett; Huawei	Zona densa para presión espacial. Evitar reivindicar simplemente una matriz bajo el pavimento.
Película/capa piezoeléctrica integrada	Tongji; Sekisui	La novedad exigirá estructura de capas, interconexión, calibración o comportamiento técnico particular.
Módulos inalámbricos y energía	Huawei	Especial cautela si se contemplan baldosas autónomas, RFID o alimentación inalámbrica/energy harvesting.
Arquitectura de adaptación o modernización modular	Tarkett; soluciones de smart building	La “instalación sin obra” es un objetivo comercial, no una característica patentable suficiente por sí sola.

5.2 Tratamiento de ruido estructural

El estado de la técnica ya contempla filtrado de banda, discriminación de impactos y adaptación a vibraciones estructurales. La solicitud de Stanford describe preprocesado, filtrado de ruido ambiental y uso de la respuesta modal del suelo antes de estimar parámetros de marcha. Los antecedentes de UVA y Ben-Gurion también muestran que separar pisadas, caídas y otros impactos ha sido un problema técnico abordado durante años. [P1] [P2] [P7]

Por ello, una reivindicación fuerte debería ir más allá de “filtrar ruido”. Un espacio defendible podría apoyarse en la **estimación automática de la función de transferencia o firma dinámica del pavimento**, su actualización tras

cambios de montaje/envejecimiento y el uso de esa caracterización para normalizar características de marcha con una mejora medible de error o tasa de falsas alarmas.

5.3 Transformación de señal en métricas clínicas

Las reivindicaciones observadas siguen una cadena recurrente: captación de señal → detección de eventos de paso → extracción de variables → inferencia de parámetros de marcha → comparación con referencia o histórico → indicador de salud o riesgo. Stanford reivindica expresamente modelos para parámetros temporales y espaciales y un perfil personalizado. Scanalytics reivindica el seguimiento de un parámetro de marcha, la cuantificación del deterioro y una condición de propensión a las caídas. [P6] [P7]

Esto limita una estrategia basada únicamente en usar aprendizaje automático para convertir señales en biomarcadores. El margen debe buscarse en **cómo se construye una representación técnica robusta de la señal**, cómo se compensa el dominio físico, cómo se actualiza la línea base y qué interacción concreta existe entre los sensores, calibración y modelo.

5.4 Ausencia de un bloqueo patentario específico en aprendizaje automático (ML) con procesamiento local

No se ha identificado **una posición patentaria dominante que impida, con carácter general, el uso de técnicas de ML aplicadas al procesamiento local de las señales captadas por los sensores**. No obstante, sí existe un número significativo de patentes que protegen soluciones concretas en las que se combinan la sensorización, el procesamiento de señales, la clasificación automática y la obtención de parámetros o indicadores asociados a la marcha.

Desde la perspectiva de patentabilidad en Europa, **la utilización de algoritmos de inteligencia artificial o ML no constituye por sí misma un elemento inventivo suficiente**. Para que contribuya al carácter técnico de una invención, su aplicación debe formar parte de una **solución técnica destinada a resolver un problema técnico concreto**. Por tanto, la protección debería centrarse en la forma específica en que el algoritmo interactúa con el sistema de sensorización, procesa las señales físicas y permite obtener un efecto técnico verificable.

Asimismo, cuando dicho efecto técnico dependa de determinadas características de los datos utilizados para entrenar el modelo, estas deberán describirse con un nivel de detalle suficiente para permitir la reproducción de la invención, **sin que resulte necesario divulgar íntegramente el conjunto de datos de entrenamiento**. [R1]

6. Evaluación preliminar de patentabilidad

Lectura

La **patentabilidad de la plataforma en general y sin concretar en aspectos concretos es reducida**. En cambio, una solución concreta puede presentar margen si se define mediante características técnicas verificables que no estén sugeridas por la combinación razonable del estado de la técnica conocido.

6.1 Matriz de novedad y actividad inventiva

Concepto candidato	Novedad preliminar	Actividad inventiva preliminar	Comentario
Suelo sensorizado no invasivo que analiza la marcha	Baja	Baja	Cubierto de forma amplia por múltiples familias de patentes.
Detección de caída por vibración/presión	Baja	Baja	Existe anterioridad temprana y diversa.

Concepto candidato	Novedad preliminar	Actividad inventiva preliminar	Comentario
Seguimiento longitudinal de deterioro de marcha	Baja-media	Baja-media	Scanalytics e IBM ya recogen deterioro/histórico, necesita una técnica de la mecánica más específica.
Geófonos para parámetros de marcha	Baja-media	Baja	Stanford es muy próximo en US.
Autocalibración por tipo de pavimento mediante identificación dinámica	Media-alta	Media-alta	Prometedora si no se reduce a una calibración genérica y se demuestra un efecto técnico.
Normalización conjunta de superficie, calzado y masa sin entrada manual	Media	Media-alta	Debe concretarse el mecanismo de estimación y la mejora de robustez.
Línea base personal con detección de deriva subclínica + compensación física	Media	Media-alta	Más defendible que “predecir fragilidad”, si se ancla a señal y calibración específicas.
Adaptación o modernización modular sin obra	Baja-media	Baja-media	Tarkett/Huawei reducen el espacio genérico. Puede haber margen en un mecanismo de instalación/acoplamiento concreto.
Autodiagnóstico de módulos y recalibración in situ	Media	Media	Huawei ya contempla identificación/reemplazo de unidades. Diferenciar la lógica de salud del sensor.

6.2 Hipótesis de invención prioritaria

Hipótesis A: Autocalibración físico-digital

Sistema que observa eventos de referencia para **estimar automáticamente la respuesta dinámica local del pavimento**, deriva parámetros de compensación y normaliza las señales de pisada antes de extraer biomarcadores. La reivindicación debería incluir cómo se estima la respuesta, cuándo se actualiza y qué mejora técnica produce.

Hipótesis B: Detección longitudinal de pre-fragilidad robusta a dominio

Método que mantiene una línea base personal y detecta cambios pequeños y persistentes en varios parámetros, pero **desacoplando previamente cambios debidos a pavimento, calzado, masa, ubicación y deriva del sensor**. El elemento diferenciador sería la separación de variabilidad física y variabilidad funcional, no la mera predicción de fragilidad.

Hipótesis C: Módulo de adaptación o modernización modula autoidentificable

Módulo de instalación reversible con sensorización, identificación de posición/topología, verificación de acoplamiento mecánico y autocalibración tras sustitución. La oportunidad solo será sólida si se reivindica una arquitectura concreta distinta de baldosas y conectores ya divulgados.

6.3 Requisitos para sostener la actividad inventiva

La memoria debería demostrar una relación causal entre las características reivindicadas y un efecto técnico, es decir menor error de estimación entre pavimentos, menor sensibilidad a deriva, reducción de falsas alarmas, menor número de sensores, menor ancho de banda, mayor autonomía o instalación reproducible. Cuanto más se vincule el algoritmo al comportamiento físico del sistema, más clara será la contribución técnica frente a una formulación puramente clínica o matemática.

7. FTO preliminar y espacios de diseño

7.1 Principio de lectura FTO

El análisis FTO debe realizarse por **reivindicación, país y fecha**. Una patente expirada puede ser una anterioridad muy relevante y, al mismo tiempo, no constituir un derecho exigible. Una solicitud pendiente puede acabar concediéndose con un alcance distinto. Un documento estadounidense no genera por sí solo bloqueo en España o Europa. Estas distinciones se aplican a todo el mapa siguiente:

Bloque funcional	Densidad cualitativa	Riesgo preliminar	Qué debe revisarse
Matriz de presión integrada	Alta	Medio-alto	Reivindicaciones de capas, geometría, lectura distribuida, modularidad y comunicaciones.
Vibración/geófonos para marcha	Media y creciente	Medio-alto	Stanford y antecedentes UVA, comprobar jurisdicciones y alcance de modelos/posicionamiento.
Detección de caída ambiental	Alta y madura	Medio	Mucho estado de la técnica; menos riesgo de derechos antiguos, pero fuerte impacto en patentabilidad.
Deterioro longitudinal / riesgo de caída	Media	Medio-alto	Scanalytics en US y otros antecedentes de histórico, evitar una formulación funcional amplia.
Autocalibración y compensación de pavimento	Menor en corpus observado	Medio-bajo*	Ejecutar una búsqueda dirigida antes de considerar que existe una oportunidad real de protección.
Adaptación o modernización modular	Media-alta	Medio	Tarkett, Huawei y smart-building; revisar mecanismo exacto de instalación.
Edge/privacidad	Transversal	Medio	La ubicación del proceso de computación rara vez suele ser suficiente, es necesario revisar reivindicaciones cuando se vincule a arquitectura de los sensores.

*"Medio-bajo" significa únicamente **menor densidad en el corpus representativo**, no libertad de operación confirmada.

7.2 Patentes y documentos del estado de la técnica más relevantes

Documento	Estado observado	Territorio observado	Implicación FTO preliminar
US20240423503A1	Pendiente	US	Muy próximo si se utilizan geófonos/vibración para estimar parámetros temporales y espaciales; vigilar tramitación.
US20240112560A1	Pendiente	US	Cautela en analítica de deterioro de marcha y propensión a caída desde baldosa inteligente (smart floor tile).
US11699048B2	Activa	US; familia PCT/CN	Cautela para unidades inalámbricas modulares de presión, RFID y suministro/gestión de energía.

Documento	Estado observado	Territorio observado	Implicación FTO preliminar
CN111179547B	Concedida/activa según registro consultado	CN	Relevante si se explota en China una capa piezoeléctrica integrada para localización de caída.
US8551026B2	Expirada según registro consultado	US; familia internacional histórica	No bloqueo estadounidense por esa patente expirada, pero anterioridad fuerte contra novedad.
US10096383B2	Expirada por tasas según registro consultado	US	No debe ignorarse como anterioridad sobre histórico de marcha y <i>health insight</i> .
US20180306657A1	Abandonada en US según registro consultado	US	No derecho US exigible de esa solicitud, pero anterioridad sobre modularidad y capas resistivas.

7.3 Áreas técnicas prioritarias de desarrollo

Las oportunidades con mayor potencial no se concentran en categorías generales de producto, sino en **soluciones técnicas específicas y claramente delimitadas**. Se consideran prioritarias: (i) la identificación automática de la respuesta dinámica del pavimento y la compensación de las variaciones asociadas a sus características físicas; (ii) la estimación del grado de fiabilidad de las mediciones y el descarte automático de aquellas obtenidas en condiciones no adecuadas; (iii) la adaptación automática a variaciones de calzado, masa corporal y posición del usuario sin necesidad de recalibración manual; (iv) la detección de desviaciones progresivas en el funcionamiento de los sensores y la reconfiguración automática de la red; (v) la combinación de un patrón de referencia individual con modelos poblacionales, diferenciando de forma explícita los cambios debidos al entorno de aquellos asociados a una variación funcional del usuario; y (vi) una arquitectura modular capaz de reconocer automáticamente la configuración de los sensores tras su instalación, sustitución o redistribución.

7.4 Ámbitos que no deben considerarse espacios tecnológicos sin protección

No deberían considerarse **áreas tecnológicas libres de antecedentes relevantes** la detección de estados de prefragilidad basada únicamente en el deterioro de parámetros de la marcha, la combinación de información procedente de varios sensores ambientales, la aplicación genérica de técnicas de ML, el procesamiento local de las señales, el empleo de alfombras o baldosas sensorizadas de configuración modular, ni la instalación del sistema sin necesidad de intervenciones constructivas de entidad cuando esta se formule únicamente como un resultado funcional.

Todos estos enfoques presentan antecedentes tecnológicos y patentarios suficientemente próximos como para impedir que sean considerados, por sí solos, **ámbitos claramente diferenciados**. En consecuencia, el posible margen de patentabilidad deberá buscarse en **configuraciones técnicas específicas**, en la interacción concreta entre sus componentes y en características funcionales que permitan acreditar una solución técnica diferenciada y no evidente respecto del estado de la técnica.

8. Estrategia de propiedad industrial y árbol de reivindicaciones

8.1 Patente frente a secreto empresarial

Activo	Protección preferente	Razón
Disposición de capas, geometría y acoplamiento de sensores	Patente	Puede ser observable o reproducible tras desmontaje/ingeniería inversa.

Activo	Protección preferente	Razón
Procedimiento de autocalibración con efecto técnico	Patente	Puede constituir el núcleo diferenciador y resulta defendible si está suficientemente definido.
Cadena de procesamiento vinculada a la física del suelo	Patente	Adecuada si resuelve un problema técnico medible y no se limita a una clasificación abstracta.
Mecanismo de retrofit (adaptación o modernización modular), interconexión y autoidentificación	Patente	Protege la implementación física si es novedosa frente a Tarkett/Huawei.
Datasets propios y estrategia de etiquetado	Secreto empresarial	Difícil de observar externamente y valioso como barrera acumulativa.
Pesos finales, hiperparámetros y umbrales de producción	Secreto empresarial	La divulgación rara vez aporta amplitud de patente proporcional al valor competitivo.
Procesos internos de control de calidad y mantenimiento	Secreto / know-how	Ventaja operativa no necesariamente detectable por terceros.

8.2 Árbol de reivindicaciones propuesto

Nivel	Objeto	Elementos para considerar
Ind. 1	Sistema	Superficie/módulos no ópticos + sensores mecánicos + procesador + módulo de caracterización del pavimento + normalización de señales + salida de parámetros de marcha.
Ind. 2	Método	Capturar señal → estimar estado/transferencia del pavimento → compensar dominio → detectar eventos → derivar métricas → actualizar línea base → estimar cambio funcional con incertidumbre.
Ind. 3	Módulo/capa	Estructura física, acoplamiento, interconexión, identificación/topología, montaje reversible y autoverificación.
Ind. 4	Método implementado por ordenador / medio	Procesamiento específicamente ligado a señales del sistema físico. En US puede contemplarse medio no transitorio, sujeto a estrategia de elegibilidad.
Dep.	Sensores	Piezoelectrico, piezorresistivo, geófono, acelerómetro, combinación y geometrías específicas.
Dep.	Calibración	Evento de referencia, estimación modal/transferencia, adaptación por zona, actualización por deriva o sustitución.
Dep.	Señal	Filtrado adaptativo, TDoA, separación de fuentes, calidad/confianza, rechazo de eventos.
Dep.	Biomarcadores	Cadencia, tiempos de apoyo, simetría, velocidad, variabilidad, parámetros derivados y tendencia.
Dep.	Privacidad/edge	Extracción local de características o eliminación de señal bruta cuando produzca ventajas técnicas de ancho de banda, latencia o seguridad.

8.3 Redacción para OEP

La estrategia europea debería describir la invención como una solución a un **problema técnico**. Por ejemplo, cómo obtener parámetros de marcha comparables pese a que el pavimento altera la propagación mecánica y los sensores derivan con el tiempo. Las Directrices OEP 2026 establecen que los modelos de IA/ML no quedan excluidos cuando contribuyen a una solución técnica y que la contribución debe sostenerse en la divulgación. [R1]

En consecuencia, conviene evitar que la reivindicación independiente termine simplemente en “determinar la fragilidad”. Resulta preferible que incluya pasos de adquisición y transformación que modifiquen objetivamente la calidad o fiabilidad de la señal y que el indicador clínico aparezca como aplicación o efecto posterior.

8.4 Redacción para USPTO

En Estados Unidos deberá vigilarse la elegibilidad bajo 35 U.S.C. §101. La guía vigente analiza si una excepción judicial se integra en una aplicación práctica y considera relevantes las mejoras a otra tecnología o campo técnico. Una reivindicación ligada a sensores físicos concretos, calibración de superficie y mejora medible del funcionamiento tendrá una posición más sólida que simplemente “recibir datos y calcular un riesgo”. [R2]

8.5 Estrategia de familias

Si los resultados experimentales respaldan el concepto, puede resultar conveniente una primera solicitud que preserve fecha de prioridad y describa varios desarrollos:

- Vibración, presión y arquitectura híbrida
- Instalación integrada y adaptación o modernización modular
- Procesamiento local y distribuido
- Los múltiples esquemas de calibración

Las extensiones internacionales deberán decidirse en función de mercado, fabricación, socios y riesgos FTO, evitando asumir que una única familia debe cubrir todas las variantes con la misma amplitud.

9. Conclusiones y plan de trabajo recomendado

Síntesis

El proyecto se sitúa en un terreno patentario **ocupado en sus conceptos generales pero todavía abierto a mejoras técnicas específicas**. La calidad de una futura solicitud dependerá más de la definición experimental de la solución que de ampliar el lenguaje funcional.

9.1 Conclusiones

1. La combinación general **suelo sensorizado + análisis de marcha + prevención de caída** ya cuenta con anterioridades directas y no debería constituir el núcleo de la novedad.
2. La vía de **vibraciones del suelo** es especialmente relevante por los antecedentes de UVA y la solicitud reciente de Stanford. Una solución similar deberá diferenciarse en calibración, representación de señal, geometría o inferencia.
3. La vía de **matrices de presión** presenta un entorno todavía más poblado, con antecedentes de los solicitantes IBM, Arizona, Tarkett, Huawei y Scanalytics.
4. La **pre-fragilidad longitudinal** conserva interés comercial, pero no debe confundirse con un espacio patentario sin protección o libre: Scanalytics ya reivindica deterioro de marcha a lo largo del tiempo y propensión a caída.
5. El espacio más defendible se encuentra en la **robustez físico-digital**: compensación del pavimento, deriva, calzado, masa, montaje y sustitución de módulos, integrada con la inferencia longitudinal.
6. La FTO debe verificarse por jurisdicción. Las patentes expiradas o solicitudes abandonadas pueden dejar de bloquear la explotación, pero siguen siendo relevantes para patentabilidad.
7. La estrategia óptima podría ser **híbrida**, es decir patentar arquitectura, calibración y procesamiento técnico y mantener como secreto datasets, pesos, umbrales y know-how operativo.

9.2 Próximos pasos

Paso	Acción	Resultado esperado
1	Cerrar una ficha técnica de invención con diagrama de bloques, sensores, capas, muestreo, calibración y flujo algorítmico.	Características reivindicables concretas.
2	Ejecutar búsqueda dirigida a cada característica diferencial y sus sinónimos, con CPC/IPC y citas hacia atrás/adelante.	Set de anterioridades para novelty/inventive step.
3	Construir familias INPADOC y revisar miembros EP/ES, US, CN, JP y PCT de los documentos más próximos.	Mapa territorial y legal fiable.
4	Preparar claim charts de 5–10 familias activas contra la arquitectura prevista.	FTO preliminar por elemento.
5	Diseñar experimentos comparativos que midan error entre pavimentos, falsas alarmas, deriva y recalibración.	Evidencia del efecto técnico.
6	Redactar solicitud con varias realizaciones y dependientes que preserven alternativas de sensor y despliegue.	Mayor resiliencia ante examen y rediseño.

Criterio de decisión para iniciar una solicitud

Se recomienda avanzar a redacción de patente cuando puedan describirse **al menos una arquitectura o método técnicamente específico**, una diferencia verificable frente a las patentes cercanas y un efecto técnico sustentado por datos o por una explicación reproducible. Si la propuesta permanece en el nivel de “detectar fragilidad mediante un suelo inteligente”, probablemente el riesgo de falta de novedad o actividad inventiva será elevado.

Anexo. Cadenas operativas de búsqueda

A.1 PATENTSCOPE — ejemplos adaptados

Alta precisión: (EN_TI:("smart floor*" OR "floor vibration*" OR "smart carpet*") OR EN_AB:("smart floor*" OR "floor vibration*" OR "smart carpet*")) AND (EN_TI:(gait OR frailty OR "fall risk") OR EN_AB:(gait OR frailty OR "fall risk")) AND EN_ALL:(piezo* OR pressure OR vibration OR geophone OR resistiv*)

Alta exhaustividad en reivindicaciones: EN_CL:((floor OR flooring OR tile OR carpet OR surface) NEAR (sensor* OR geophone* OR piezo* OR pressure OR vibration)) AND EN_CL:(gait OR cadence OR "step length" OR symmetry OR balance OR frailty OR fall*)

Sustitutivas: EN_ALL:((mmwave OR "millimeter wave" OR FMCW OR radar OR Doppler OR RF) NEAR (gait OR walking OR fall* OR frailty)) NOT EN_ALL:(wearable OR camera)

A.2 Espacenet — lógica de implementación

Se recomienda reproducir las mismas familias de términos mediante los campos **Title, Abstract y Claims**, combinar grupos con AND/OR/NOT y usar el operador de proximidad ofrecido por Advanced Search. Para refinar por tecnología se añadirán filtros CPC/IPC y, posteriormente, filtros por fecha, solicitante y país. Espacenet permite además examinar estadísticas por solicitante, fecha y clasificación una vez recuperado un conjunto estable. [R4]

A.3 Reglas de depuración

- Consolidar continuaciones, divisionales y miembros nacionales en una sola familia para el análisis de tendencias.
- Separar **estado de la técnica** de **derechos potencialmente bloqueantes**.
- Registrar prioridad más antigua, solicitante original, titular actual, jurisdicciones, estado legal y reivindicación independiente relevante.
- Etiquetar cada familia por modalidad de sensores, integración física, parámetro de marcha, uso clínico, calibración, ML y tipo de despliegue.
- Mantener un registro de exclusiones para evitar que la búsqueda quede dominada por cámaras, plantillas, IMU y wearables cuando no sean técnicamente comparables.

Referencias y fuentes consultadas

- [I1] TeXplore / FGCSIC. Patentes de sensorización en suelos para monitorizar la marcha. Análisis preliminar de propiedad intelectual para vigilancia tecnológica. Documento intermedio facilitado por el usuario, 2026.
- [I2] TeXplore / FGCSIC. Smart Flooring for Frailty Detection and Elderly Health Monitoring. Análisis preliminar de propiedad intelectual para vigilancia tecnológica. Documento intermedio facilitado por el usuario, 2026.
- [P1] University of Virginia Patent Foundation / UVA Licensing and Ventures Group. US8551026B2, Method and system for the derivation of human gait characteristics and detecting falls passively from floor vibrations.
<https://patents.google.com/patent/US8551026B2/en>
- [P2] Ben-Gurion University / Ramot. US8179268B2, System for automatic fall detection for elderly people.
<https://patents.google.com/patent/US8179268B2/en>
- [P3] International Business Machines Corp. US10096383B2, Performing a health analysis using a smart floor mat.
<https://patents.google.com/patent/US10096383B2/en>
- [P4] Arizona Board of Regents / University of Arizona. US10856810B2, Smart carpet systems and methods of using same for monitoring physical and physiological activities. <https://patents.google.com/patent/US10856810B2/en>
- [P5] Tarkett B.V. US20180306657A1, System for forming a floor for detecting a pressure applied thereon, device for use in such system, carpet tile provided therewith and connection element for such carpet tile.
<https://patents.google.com/patent/US20180306657A1/en>
- [P6] Scanalytics, Inc. US20240112560A1, Prevention of fall events using interventions based on data analytics.
<https://patents.google.com/patent/US20240112560A1/en>
- [P7] The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University. US20240423503A1, Human Gait parameter and Health Information Extraction using Floor-Mounted Geophone Sensors.
<https://patents.google.com/patent/US20240423503A1/en>
- [P8] Tongji University. CN111179547B, A kind of indoor fall intelligent perception system and preparation and control method thereof. <https://patents.google.com/patent/CN111179547B/en>
- [P9] Sekisui Chemical Co., Ltd. JP2015192799A, Fall detection system.
<https://patents.google.com/patent/JP2015192799A/en>
- [P10] Huawei Technologies Co., Ltd. US11699048B2, Wireless sensing units, systems, methods, and media.
<https://patents.google.com/patent/US11699048B2/en>
- [P11] Portables HealthCare Technologies GmbH. EP3468450B1, Method and system for analyzing human gait.
<https://patents.google.com/patent/EP3468450B1/en>

- [S1] Dong, Y., Rose, J. & Noh, H. Y. (2026). GaitVibe: A Floor Vibration Dataset for Accessible Gait Analysis in Daily Living. Scientific Data. <https://doi.org/10.1038/s41597-026-07907-8>
- [R1] European Patent Office. Guidelines for Examination 2026, G-II, 3.3.1 Artificial intelligence and machine learning. https://www.epo.org/en/legal/guidelines-epc/2026/g_ii_3_3_1.html
- [R2] United States Patent and Trademark Office. MPEP §2106, Patent Subject Matter Eligibility, y materiales SME vigentes. <https://www.uspto.gov/web/offices/pac/mpep/s2106.html> ; <https://www.uspto.gov/patents/laws/examination-policy/subject-matter-eligibility>
- [R3] World Intellectual Property Organization. PATENTSCOPE Query Syntax / User's Guide. <https://patentscope.wipo.int/search/en/help/querySyntaxHelp.jsf>
- [R4] European Patent Office. Espacenet searchable fields and advanced search functionality. <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/technical/espacenet/release-notes>