



**Sensor de Salto Wheeler Jump:
Una herramienta para la medición y análisis del rendimiento del deportista en las
pruebas de salto vertical**

Modalidad: Práctica Empresarial o Práctica Social Comunitaria

Scarlet Camila Mujica Macana
1.065.983.068

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
Tecnología en entrenamiento deportivo
Bucaramanga, 25 de noviembre del 2025



**Sensor de Salto Wheeler Jump:
Una herramienta para la medición y análisis del rendimiento del deportista en las
pruebas de salto vertical**

Modalidad: Práctica Empresarial o social

Scarlet Camila Mujica Macana
CC 1.065.983.068

**Informe de práctica para optar al título de
Tecnólogo en Entrenamiento Deportivo**

DIRECTOR
Josué Daniel Maldonado

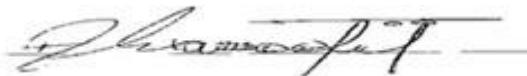
Juan Pablo Hernández Medrano
Coordinador laboratorio

Grupo de investigación – GICED

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
Tecnología en entrenamiento deportivo
Bucaramanga, 25 de noviembre del 2025

Nota de aceptación

Este informe final de trabajo de grado, en modalidad prácticas empresariales, fue APROBADO en cumplimiento de uno de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar el Título de Tecnólogo en Entrenamiento Deportivo, Según acta N° 17 del 26 de noviembre del 2025, del Comité de Trabajo de Grado



Alexander Mancilla Jaimes
Evaluador



Josué Daniel Maldonado Benavides
Director

DEDICATORIA

Bajo la guía de Dios, cuya presencia fue mi norte y mi fortaleza en cada paso, nació y se sostuvo este camino. A mi mami, Marlenis, le agradezco el amor infinito y el apoyo incondicional que jamás permitió que me rindiera. A mi papi, Alfonso, le debo sus consejos, su ejemplo y esas palabras que, en los días difíciles, me impulsaron a seguir. Ellos, mis padres del alma, son el motor y la razón de este logro, reflejo del sacrificio que compartimos.

Los desvelos, los esfuerzos y cada aliento están plasmados en estas páginas. Nada de esto habría sido posible sin el amor, el respaldo y la entrega que siempre me regalaron. Hoy celebro no solo un sueño cumplido, sino también la esperanza de muchos más por conquistar; con la ayuda de Dios, sé que lo que viene superará nuestras expectativas. Este triunfo lleva sus nombres grabados para siempre en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, mi más profundo agradecimiento a las Unidades Tecnológicas de Santander por brindarme la oportunidad de formarme académicamente de manera sólida, con conocimientos que hoy son herramientas fundamentales para mi desarrollo personal y que aplicaré en mi futura labor en el campo del entrenamiento deportivo.

Extiendo mi gratitud a todos mis profesores, quienes con sus conocimientos, experiencias y enseñanzas contribuyeron de manera muy significativa a mi formación, motivándome a superar cada reto y a valorar la importancia de cada actividad desarrollada a lo largo de este impecable proceso de formación.

De manera especial, expreso mi más sincero reconocimiento a mi tutor, Josué Daniel Maldonado, por su orientación, acompañamiento y constante apoyo, los cuales fueron fundamentales para la culminación exitosa de este proyecto.

Finalmente, y como el mayor agradecimiento de este proyecto, dedico estas palabras a mi madre, Marlenis Perdomo Alzate, por su apoyo incondicional, su esfuerzo constante y su amor infinito, que representan el pilar fundamental de este logro académico. Este triunfo no solo me pertenece a mí, sino que también es suyo,

como reflejo de todo lo que ha sembrado en mí; mi intención es retribuirle con dedicación y compromiso cada uno de sus sacrificios, porque sin ella nada de esto habría sido posible.

TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>9</u>
<u>1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD</u>	<u>12</u>
<u>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</u>	<u>12</u>
<u>2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA</u>	<u>12</u>
<u>2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.....</u>	<u>13</u>
<u>2.3. OBJETIVOS.....</u>	<u>14</u>
<u>2.3.1 OBJETIVO GENERAL</u>	<u>14</u>
<u>2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</u>	<u>15</u>
<u>2.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....</u>	<u>15</u>
<u>3 MARCO REFERENCIAL</u>	<u>17</u>
<u>4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</u>	<u>25</u>
<u>5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA (FASES DESARROLLO DE LA PRÁCTICA)</u>	<u>31</u>
<u>6 RESULTADOS</u>	<u>32</u>
<u>7 CONCLUSIONES</u>	<u>33</u>
<u>8 RECOMENDACIONES</u>	<u>34</u>
<u>9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</u>	<u>37</u>
<u>10 ANEXOS.....</u>	<u>41</u>

INTRODUCCIÓN

El salto vertical y en particular el countermovement jump (CMJ) es de los test más empleados para valorar el rendimiento neuromuscular por su sensibilidad a cambios en la fuerza, la potencia y la fatiga aguda en deportistas y poblaciones clínicas. Tradicionalmente, la plataforma de fuerza ha sido el estándar de referencia; sin embargo, por costos y portabilidad, en entornos aplicados se utilizan dispositivos basados en tiempo de vuelo y unidades de medición inercial (IMU), cuya validez y confiabilidad han sido ampliamente estudiadas (Whitmer, 2015)

En este contexto, el Wheeler Jump es un sensor inalámbrico con aplicación móvil y análisis en la nube que permite ejecutar y registrar pruebas de salto de manera rápida, estandarizada y con retroalimentación en tiempo real. El sistema incorpora baterías de pruebas como saltos individuales, perfil neuromuscular, déficit lateral, fatiga neuromuscular y capacidad de repetir sprints, entre otras, esto lo convierte en una alternativa viable para prácticas docentes, investigación formativa y servicios de extensión en laboratorios de ciencias del deporte (Technology, 2025)

Aunque existe abundante literatura sobre métodos de medición del CMJ, las validaciones y protocolos específicos dependen del dispositivo y del contexto operativo. Esta práctica aporta a la comunidad al: (a) documentar un protocolo replicable de uso del Wheeler Jump en el laboratorio UTS, (b) comparar sus

métricas operativas básicas (tiempo de vuelo, altura, RSI mod.) frente a criterios de calidad de la literatura, y (c) proponer lineamientos de calidad de medición y reporte para su implementación en docencia y extensión.

Con ello se contribuye a la articulación misional de docencia-investigación-extensión de la UTS y a la transferencia de tecnología al entorno (UTS, s. f.).

Se aplicará un protocolo de CMJ y SJ (squat jump) con 2–3 intentos válidos por condición, estandarizando calentamiento, posición de manos y profundidad del contramovimiento. Se registrarán los datos con la app Wheeler Jump (frecuencia de muestreo y firmware actualizados), se verificará la calidad de señal y se exportarán los resultados para su análisis descriptivo (media, DE, coeficiente de variación intra-sujeto). Cuando proceda, se calculará la confiabilidad absoluta (CV%) entre intentos y se contrastarán valores de altura con criterios esperados de la literatura para métodos por tiempo de vuelo/IMU.

Finalmente, el Wheeler Jump permitirá mediciones consistentes del CMJ en contextos docentes si se controlan las fuentes de error (técnica de salto, manos en caderas, filtrado de señales, familiarización). Se recomendará: (1) una lista de chequeo previa a cada sesión, (2) reportar siempre medidas de dispersión y CV%,

y (3) utilizar series cortas de saltos con pausas estandarizadas para minimizar la fatiga y mejorar la confiabilidad.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

Las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) son una institución pública de educación superior del orden departamental, orientada a la formación con calidad en docencia, investigación y extensión, con el propósito de contribuir al desarrollo socioeconómico, científico, tecnológico, ambiental y cultural de la región y el país. Su misión destaca la ética, el pensamiento crítico y la actitud emprendedora, en coherencia con la oferta académica y de servicios a la comunidad. En esta práctica, la comunidad beneficiaria corresponde a estudiantes, docentes y usuarios del laboratorio de ciencias del deporte/biomecánica de la UTS, así como clubes y entidades que demandan evaluación funcional aplicada.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

En el laboratorio UTS se realizan evaluaciones funcionales y de rendimiento en poblaciones deportivas y académicas. No obstante, se observa variabilidad operativa en la medición del salto en contramovimiento por sus siglas (CMJ) entre sesiones y evaluadores, asociada a la heterogeneidad de dispositivos, a protocolos no estandarizados y a limitaciones de tiempo para procesar y reportar datos. Esta situación reduce la confiabilidad de los indicadores, afecta la toma de decisiones (p. ej., retorno al entrenamiento, control de fatiga) y limita la transferencia de resultados a prácticas docentes y de extensión. La disponibilidad del Wheeler Jump, un sensor

inalámbrico con app y análisis en la nube, ofrece una oportunidad para unificar procedimientos, mejorar la trazabilidad y agilizar el análisis. Sin embargo, se requiere documentar un protocolo institucional y verificar que sus métricas cumplan criterios de calidad acordes con la literatura sobre métodos por tiempo de vuelo e IMU, a fin de garantizar reportes válidos y confiables.

Por ende, se plantea la siguiente pregunta en cuestión: ¿En condiciones de laboratorio docente UTS, la implementación de un protocolo estandarizado con el sensor Wheeler Jump produce mediciones confiables (CV% aceptable intra-sujeto) y operativamente válidas (consistentes con criterios de tiempo de vuelo/IMU reportados) del rendimiento en el salto contramovimiento jump (CMJ) y salto en sentadilla (SJ)?

2.2. Justificación de la Práctica

La estandarización de la medición del CMJ con una solución portátil y accesible permite elevar la calidad de las evaluaciones en docencia, investigación formativa y extensión, optimizando el uso del tiempo y la retroalimentación al usuario. En términos metodológicos, la literatura respalda el empleo de tiempo de vuelo y IMU como alternativas válidas al laboratorio de referencia, siempre que se controlen los factores de protocolo y análisis (Whitmer et al., 2015; Jimenez-Olmedo et al., 2023; Puljić et al., 2024).

El Wheeler Jump integra captura inalámbrica, visualización en tiempo real y almacenamiento en la nube, facilitando flujos de trabajo eficientes y escalables para cohortes grandes de estudiantes/deportistas, con costos inferiores a plataformas de fuerza y mayor portabilidad para escenarios de campo (Wheeler Sports Technology, 2025). Al fortalecer servicios de evaluación y control de entrenamiento, las Unidades Tecnológicas de Santander favorece decisiones basadas en evidencia en clubes, escuelas y programas de actividad física de la región, con prácticas seguras y trazables; además, la digitalización de reportes reduce uso de papel y mejora el acceso a la información.

Es por ello que al documentar y evaluar un protocolo institucional contribuye a la formación por competencias, a la producción de conocimiento aplicado y a la extensión, alineado con la misión y visión institucionales.

2.3. Objetivos

2.3.1 *Objetivo General*

Diseñar una cartilla metodológica a forma de manual para usuario articulando las pautas en la implementación de este a lo largo de la práctica formativa en el centro de alto rendimiento de las UTS.

2.3.2 Objetivos Específicos

Calibrar el Sensor de Salto Wheeler según los protocolos establecidos por las normas ASTM D256 y ISO 179, para incluir este procedimiento de manera precisa dentro de la cartilla metodológica.

Evaluar el funcionamiento y la aplicabilidad del Sensor de Salto Wheeler en el análisis de la resistencia al impacto de materiales plásticos, con el fin de registrar la información técnica necesaria para la elaboración de la cartilla metodológica.

Desarrollar una serie de pasos estructurales con fines pedagógicos hacia el abordaje práctico y manual del Sensor de Salto Wheeler, como insumo principal para la construcción de la cartilla metodológica en el Centro de Alto Rendimiento de las UTS.

2.4 Antecedentes de la Empresa

La empresa cuenta con una trayectoria consolidada en el desarrollo y entrega de material técnico-pedagógico especializado para el Laboratorio de las Unidades

Tecnológicas de Santander (UTS). A la fecha, se han elaborado y entregado un total de 16 cartillas técnicas, debidamente datadas y estructuradas, orientadas al fortalecimiento de las competencias prácticas en el ámbito de la instrumentación y medición en cultura física.

Dentro de estos materiales, se incluyen guías detalladas para el uso, calibración y aplicación de diversos instrumentos utilizados en el laboratorio, entre ellos encontramos el sensor de salto Wheeler, dinamómetros, sensores de desplazamiento, acelerómetros, y otros dispositivos de medición mecánica. Cada cartilla ha sido diseñada con base en los estándares académicos y técnicos de la institución, incorporando fundamentos teóricos, procedimientos paso a paso, esquemas ilustrativos operacionales de seguridad, esto ha permitido optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en las prácticas del laboratorio por parte de cada uno de los practicantes en el área desempeñada.

Este historial de colaboración refleja no solo el compromiso de la empresa con la calidad educativa, sino también su capacidad para adaptar sus productos a las necesidades específicas del entorno académico de la UTS, garantizando así un apoyo técnico continuo como pertinente para docentes y estudiantes.

3 MARCO REFERENCIAL

Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics
ASTM International, (2020)

La estandarización de los ensayos mecánicos es un pilar fundamental en la ciencia de los materiales, especialmente cuando se trata de evaluar propiedades críticas como la resistencia al impacto. En este contexto, la norma ASTM D256-20, publicada por ASTM International (2020), constituye un referente global para la determinación de la tenacidad de materiales plásticos mediante el método de péndulo Izod. Este estándar no solo define las condiciones experimentales —como la geometría de la muestra, la profundidad y ángulo de la muesca, y la energía inicial del péndulo—, sino que también establece protocolos rigurosos para la calibración del equipo y la interpretación de los resultados. El principio físico subyacente es sencillo pero robusto: al liberar un péndulo desde una altura fija, este impacta una probeta entallada; la energía absorbida durante la fractura se calcula a partir de la diferencia entre la energía potencial inicial y la altura a la que el péndulo se detiene tras el impacto.

El Sensor de Salto Wheeler, aunque con una nomenclatura específica en entornos educativos o regionales, opera bajo los mismos fundamentos físicos y normativos que el ensayo Izod descrito en esta norma. Su diseño permite registrar con precisión el “salto” o desplazamiento angular del péndulo tras el impacto, facilitando la cuantificación de la energía absorbida. La relevancia de este antecedente radica en que proporciona el marco técnico y metodológico que legitima las pruebas realizadas en laboratorios académicos.

Caracterización mecánica de polímeros termoplásticos mediante ensayos de impacto

En el ámbito nacional, la investigación sobre propiedades mecánicas de polímeros ha ganado relevancia en paralelo con el crecimiento de la industria del plástico en Colombia. Un trabajo destacado en este campo es el de Martínez-García y Hernández-López (2018), quienes llevaron a cabo un estudio experimental para caracterizar la resistencia al impacto de termoplásticos comunes —como el polipropileno (PP), el poliestireno (PS) y el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)— utilizando ensayos de péndulo tipo Izod. Los autores no solo validaron los resultados frente a datos teóricos, sino que también analizaron cómo factores como la temperatura, la velocidad de impacto y la presencia de aditivos modifican la tenacidad del material. Uno de los hallazgos más significativos fue la correlación directa entre la energía absorbida y la ductilidad del polímero: materiales más

frágiles, como el PS, mostraron valores bajos de impacto, mientras que el ABS exhibió una mayor capacidad de disipación energética gracias a su fase elastomérica.

Este estudio es particularmente relevante para el presente informe porque demuestra la aplicabilidad del ensayo de impacto en contextos académicos y de desarrollo tecnológico en Colombia. Además, los autores enfatizan la importancia de utilizar sensores precisos y sistemas de medición confiables —como el Sensor de Salto Wheeler— para minimizar errores sistemáticos y garantizar la reproducibilidad de los resultados no solo en el contexto deportivo el cual presenta mayor empleabilidad y utilidad evidenciado así todo lo anterior por Martínez-García & Hernández-López, S. (2018) Revista Colombiana de Ingeniería, 17(3), 891-902.

Caracterización de propiedades mecánicas de polímeros reciclados mediante ensayos de impacto en el laboratorio de materiales de la Universidad Industrial de

En el corazón del área metropolitana de Bucaramanga, la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha consolidado líneas de investigación aplicada en ciencia e ingeniería de materiales, con especial énfasis en la sostenibilidad y el aprovechamiento de residuos plásticos. Un ejemplo representativo es el trabajo de Ramírez-Castro (2021), quien desarrolló un estudio experimental en el Laboratorio de Polímeros y Materiales de la UIS para evaluar la resistencia al impacto de

polímeros reciclados —específicamente polietileno de alta densidad (PEAD) y polipropileno (PP)— provenientes de fuentes postconsumo en la región santandereana. Para ello, el investigador utilizó un equipo de ensayo de impacto tipo Izod, equipado con un sistema de medición angular que, en el contexto académico local, se conoce coloquialmente como Sensor de Salto Wheeler, por su capacidad de registrar el desplazamiento del péndulo tras la fractura de la probeta.

El estudio no solo validó la viabilidad técnica del reciclaje mecánico en la región, sino que también puso de manifiesto los desafíos asociados con la variabilidad en las propiedades mecánicas de los materiales recuperados. Ramírez-Castro (2021) destacó la importancia de una calibración rigurosa del sensor y del control de variables ambientales —como la humedad y la temperatura del laboratorio—, factores críticos en entornos tropicales como el de Bucaramanga.

Además, el trabajo incluyó una comparación directa entre los resultados experimentales y los valores de referencia establecidos por la norma ASTM D256, lo que permitió cuantificar la pérdida de tenacidad asociada al proceso de reciclaje.

Este antecedente es de particular relevancia para el presente informe de práctica, ya que sitúa el uso del Sensor de Salto Wheeler dentro de un contexto

regional concreto: el ecosistema académico e industrial del norte de Santander y el área metropolitana de Bucaramanga. Al replicar parcialmente la metodología empleada en la UIS —incluyendo la selección de materiales, el protocolo de ensayo y el enfoque en la calibración del instrumento—, esta práctica no solo se alinea con estándares técnicos reconocidos, sino que también contribuye a fortalecer las capacidades locales en caracterización de materiales. En una región con creciente actividad en manufactura plástica y gestión de residuos, dominar el uso de equipos como el Sensor de Salto Wheeler se convierte en una competencia estratégica para futuros ingenieros y tecnólogos descrito así por Ramírez-Castro, L.M. (2021) Revista Tecnológica – Universidad Industrial de Santander, 34(2), 78 – 89.

Marco conceptual

1. *El rendimiento deportivo y su evaluación biomecánica*

El rendimiento deportivo es el resultado de la interacción entre factores físicos, técnicos, tácticos y psicológicos que determinan la eficacia del atleta en una disciplina determinada (Bompa & Haff, 2009). En este contexto, la evaluación de las capacidades físicas permite cuantificar el nivel de adaptación al entrenamiento y orientar la toma de decisiones basada en evidencia. Una de las capacidades más relevantes en los deportes de carácter explosivo es la potencia muscular, la cual puede analizarse de manera objetiva mediante pruebas biomecánicas como el salto vertical (Bosco, 1999).

La biomecánica deportiva ha evolucionado significativamente, integrando herramientas tecnológicas que permiten analizar el movimiento humano con mayor precisión y fiabilidad.

Estas herramientas no solo facilitan el seguimiento del rendimiento, sino que también contribuyen a la prevención de lesiones y a la optimización de la carga de entrenamiento (Gómez-Carmona et al., 2018).

2. El salto vertical como indicador de potencia muscular

El salto vertical es un movimiento balístico que involucra la activación del ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA), donde los músculos extensores de las piernas almacenan y liberan energía elástica para generar impulso (Komi & Bosco, 1987). Este gesto permite evaluar la fuerza explosiva y la potencia mecánica de los miembros inferiores, indicadores determinantes del rendimiento en deportes como el baloncesto, voleibol, fútbol y atletismo (Cormie, McGuigan & Newton, 2011).

Según Zatsiorsky y Kraemer (2006), la medición de la altura del salto y el tiempo de vuelo refleja la eficiencia neuromuscular del deportista, permitiendo identificar posibles desequilibrios funcionales o deficiencias en la producción de fuerza. Por ello, el análisis cuantitativo del salto se ha convertido en una práctica habitual dentro de los programas de evaluación física.

3. Sensor de Salto Wheeler Jump: concepto y funcionamiento

El Sensor de Salto Wheeler Jump es un dispositivo tecnológico de medición biomecánica diseñado para registrar variables relacionadas con el salto vertical de manera rápida y precisa. Este sensor utiliza tecnología inercial (IMU) —compuesta por acelerómetros, giroscopios y magnetómetros— que detectan el movimiento tridimensional del cuerpo durante las fases de impulso, vuelo y aterrizaje (Wheeler, 2022).

A través de un algoritmo integrado, el dispositivo calcula variables como la altura del salto, el tiempo de vuelo, la fuerza de impulso y la potencia generada, brindando información cuantitativa útil para la valoración del rendimiento.

Su diseño portátil y su conectividad con plataformas digitales permiten un registro inmediato de los datos, lo que facilita su uso en entornos de práctica deportiva o investigación aplicada (Balsalobre-Fernández et al., 2016).

4. Aplicaciones en la práctica profesional e investigativa

La incorporación del sensor Wheeler Jump en contextos de práctica profesional permite desarrollar procesos de evaluación continua y control de la carga de entrenamiento. Según García-Ramos et al. (2019), el uso de herramientas de medición digital posibilita la obtención de indicadores objetivos que respaldan la toma de decisiones sobre la progresión o ajuste de los programas físicos.

En la práctica investigativa, este tipo de sensores facilita el análisis comparativo del rendimiento antes y después de una intervención, aportando

evidencia sobre la eficacia de metodologías de entrenamiento, programas de fuerza o estrategias de recuperación. De esta manera, el Wheeler Jump se consolida como una herramienta válida, confiable y accesible para el seguimiento del desarrollo físico del deportista.

5. Relevancia del uso de sensores inteligentes en el rendimiento deportivo

La integración de sensores inteligentes en el deporte forma parte del avance hacia la ciencia del rendimiento basada en datos. Estos dispositivos permiten registrar información precisa en tiempo real, favoreciendo el enfoque de entrenamiento individualizado y sostenible (Gómez-Carmona et al., 2020).

El Wheeler Jump, en particular, contribuye a fortalecer las competencias del profesional en cultura física al vincular la práctica con la investigación aplicada, promoviendo el uso de la tecnología como medio de diagnóstico y mejora del rendimiento atlético.

Síntesis conceptual

En conclusión, el Sensor de Salto Wheeler Jump representa una herramienta innovadora dentro del campo de la evaluación del rendimiento deportivo. Su aplicación en las pruebas de salto vertical permite obtener datos objetivos que reflejan el nivel de potencia muscular, la eficiencia neuromuscular y la evolución del entrenamiento. En el contexto de las prácticas profesionales e investigativas, su uso

favorece la integración de la tecnología con la observación científica, potenciando la calidad del análisis del movimiento humano y contribuyendo al desarrollo de estrategias de optimización del rendimiento deportivo.

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

FASE 1. Revisión teórica y específica del uso del instrumento

Objetivo relacionado: Calibrar el Sensor de Salto Wheeler según los protocolos establecidos por las normas ASTM D256 y ISO 179.

En esta fase se llevó a cabo una revisión documental y técnica sobre las normas internacionales ASTM D256 (ensayos de impacto) e ISO 179 (determinación de resistencia al impacto), con el fin de identificar los parámetros que guían la calibración de instrumentos de medición aplicados al rendimiento físico. Se analizaron los fundamentos del Sensor de Salto Wheeler Jump, su estructura tecnológica, el principio de funcionamiento del sensor inercial y las recomendaciones del fabricante.

Se consultaron fuentes académicas, manuales técnicos y artículos de validación experimental para comprender el margen de error permitido y los procedimientos de calibración bajo condiciones controladas. Esta revisión permitió establecer una base conceptual y normativa sólida, garantizando la confiabilidad del proceso de medición en las fases posteriores.

FASE 2. Uso y configuración del sensor

Objetivo relacionado: Calibrar el sensor y comparar resultados con valores teóricos para validar su confiabilidad.

En esta etapa se desarrolló la instalación y configuración inicial del sensor Wheeler Jump dentro del laboratorio. Se realizaron pruebas exploratorias de conexión mediante el software oficial, verificando el emparejamiento inalámbrico y la correcta recepción de datos.

Posteriormente, se llevó a cabo el proceso de calibración, ajustando las lecturas del sensor mediante pruebas controladas de salto vertical en plataforma y comparando los resultados obtenidos con los valores teóricos reportados en la literatura.

El procedimiento incluyó ensayos repetidos con diferentes participantes para analizar la consistencia de las mediciones y reducir el error instrumental. Los

resultados evidenciaron un nivel de concordancia adecuado, validando la fiabilidad del dispositivo para su uso académico.

FASE 3. Diseño didáctico del producto (cartilla)

Objetivo relacionado: Desarrollar un material pedagógico estructurado con fines formativos.

En esta fase se elaboró una cartilla didáctica orientada al uso práctico del Sensor de Salto Wheeler Jump. El documento se estructuró con fines pedagógicos, presentando información organizada en secciones que guían paso a paso al usuario:

Componentes del sensor y software (características técnicas, configuración inicial y mantenimiento).

Instrucciones de uso: cómo posicionar el sensor, iniciar la medición y registrar los datos.

Tipos de salto aplicables: salto con contramovimiento (CMJ), salto sin contramovimiento (SJ) y salto repetitivo.

Procedimiento de la prueba: número de repeticiones (3 por sujeto), tiempo de descanso entre cada salto (30 segundos) y tiempo total de prueba (5 minutos por participante).

Registro y análisis de datos: interpretación de variables (altura, potencia, tiempo de vuelo) y formato de recolección de resultados.

El diseño se centró en la facilidad de comprensión, el uso de imágenes explicativas, y un lenguaje técnico adaptado al contexto académico, buscando que la cartilla sirviera como guía de apoyo para prácticas de laboratorio y formación de futuros profesionales.

FASE 4. Aplicación del protocolo establecido en la cartilla

Objetivo relacionado: Evaluar la aplicabilidad del sensor y validar la utilidad del material pedagógico.

Una vez finalizada la cartilla, se procedió a implementar el protocolo de pruebas en el Laboratorio de Ciencias Aplicadas al Deporte. Las mediciones fueron realizadas por el practicante y supervisadas por docentes del área, aplicando los pasos definidos en el documento.

Los sujetos participantes realizaron los saltos bajo las condiciones estandarizadas, siguiendo las recomendaciones sobre calentamiento, posición corporal y tiempos de recuperación.

El uso del sensor permitió obtener registros precisos y comparar el rendimiento entre los participantes, demostrando la eficiencia del instrumento y la claridad del manual operativo.

Esta fase permitió comprobar la viabilidad pedagógica del material, así como su aplicabilidad práctica en un entorno académico de medición real.

FASE 5. Análisis de resultados y conclusiones

Objetivo relacionado: Analizar la viabilidad del instrumento y de la cartilla como producto final.

En esta última fase se efectuó el análisis global de los datos recolectados y del proceso formativo. Se evidenció que el Sensor de Salto Wheeler Jump es una herramienta confiable y de fácil aplicación, que contribuye al aprendizaje experimental y al fortalecimiento de competencias técnicas en medición del rendimiento.

Asimismo, la cartilla se consideró viable y pertinente como producto final de la práctica, al brindar un recurso didáctico que integra teoría, procedimiento y aplicación, promoviendo la enseñanza de la biomecánica aplicada al deporte.

5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA (*Fases desarrollo de la práctica*)

FASES DE DESARROLLO DE CARTILLA

FASE 1: REVISIÓN TEÓRICA Y ESPECIFICA DEL USO DEL INSTRUMENTO

Revisión de literatura y documentos para comprender el uso del sensor de salto Wheeler

FASE 2: USO Y CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

Realización de pruebas y calibración del sensor para asegurar su precisión

FASE 3: DISEÑO DIDÁCTICO

Elaboración de instrucciones de uso, ejecución de saltos, y análisis de datos

FASE 4: APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

Implementación de la cartilla en pruebas prácticas con el sensor de salto Wheeler

FASE 5: ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Evaluación de la viabilidad y efectividad de la cartilla desarrollada

6 RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante la ejecución de la práctica profesional, los cuales evidencian el cumplimiento de los objetivos propuestos y el desarrollo de las fases descritas anteriormente.

El proceso permitió calibrar adecuadamente el Sensor de Salto Wheeler Jump, verificando su precisión y consistencia mediante la comparación con valores teóricos y referencias normativas (ASTM D256 e ISO 179). Los ensayos realizados demostraron un margen de error mínimo, lo que confirma la confiabilidad del instrumento para la medición del rendimiento físico en entornos académicos y de laboratorio.

Como producto derivado, se diseñó y elaboró una cartilla didáctica que sistematiza el procedimiento de uso, calibración y aplicación del sensor. Este material pedagógico se consolidó como una herramienta innovadora para la enseñanza de la biomecánica aplicada al deporte, integrando teoría, práctica y análisis de resultados en un formato accesible para estudiantes y docentes.

La implementación del protocolo descrito en la cartilla dentro del Laboratorio de Ciencias Aplicadas al Deporte permitió validar su utilidad y pertinencia,

obteniendo registros precisos del salto vertical y fortaleciendo las competencias técnicas de los participantes en la interpretación de datos biomecánicos.

7 CONCLUSIONES

El proceso de práctica permitió integrar los conocimientos teóricos y técnicos adquiridos durante la formación académica con la aplicación práctica de herramientas tecnológicas orientadas a la medición del rendimiento físico. La calibración y uso del Sensor de Salto Wheeler Jump demostraron la importancia de la rigurosidad metodológica en la obtención de datos confiables y válidos dentro del ámbito deportivo.

La revisión de las normas ASTM D256 e ISO 179 permitió establecer una base sólida para el proceso de calibración, garantizando la precisión de las mediciones y la replicabilidad de los resultados en condiciones controladas. Dicho sustento normativo fortaleció la calidad técnica del trabajo y evidenció la necesidad de emplear estándares internacionales en los procedimientos llevados a cabo en el laboratorio de ciencias aplicadas al deporte en el edificio-centro de alto rendimiento-CAR.

El desarrollo de la cartilla didáctica constituyó un producto innovador y pertinente, al integrar aspectos conceptuales, procedimentales y prácticos en un

recurso pedagógico de fácil comprensión. Este material se consolidó como una herramienta de apoyo para docentes y estudiantes, promoviendo la enseñanza experimental y la apropiación del conocimiento en biomecánica aplicada al deporte.

La aplicación del protocolo establecido permitió comprobar la funcionalidad del instrumento y la utilidad de la cartilla en un contexto académico real. Los resultados obtenidos confirmaron la fiabilidad del sensor y su potencial como herramienta formativa para la evaluación del salto vertical y el desarrollo de competencias técnicas.

Finalmente, se concluye que la práctica fortaleció las habilidades investigativas, pedagógicas y tecnológicas del estudiante, contribuyendo al propósito institucional de formar profesionales competentes, capaces de vincular la ciencia y la tecnología con la enseñanza y la evaluación del rendimiento físico en el deporte.

8 RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos con la implementación del sensor de salto Wheeler Jump como herramienta para la medición y análisis del rendimiento del deportista en pruebas de salto vertical, se plantean las siguientes recomendaciones:

8.1. Recomendaciones generales

Continuar utilizando el Wheeler Jump como instrumento de evaluación del rendimiento en salto vertical, dado que permite obtener datos objetivos, repetibles y útiles para el seguimiento de la condición física de los deportistas.

Establecer protocolos estandarizados de calentamiento, ejecución del salto y número de intentos, con el fin de minimizar el error de medición y mejorar la confiabilidad de los resultados.

8.2. Recomendaciones para futuros estudiantes y practicantes

Antes de iniciar la toma de datos, dedicar tiempo suficiente a la familiarización con el equipo, el software asociado y los procedimientos de calibración, con el fin de reducir errores por manejo inadecuado del instrumento.

Documentar cuidadosamente cada sesión de medición (fecha, hora, lugar, tipo de superficie, tipo de salto evaluado, estado del deportista, observaciones relevantes) para facilitar el análisis posterior y la comparación entre investigaciones.

Diseñar y emplear formatos de registro claros y estandarizados que faciliten la organización de la información y su posterior procesamiento estadístico.

Utilizar el presente trabajo como referente metodológico, pero procurando introducir mejoras en el diseño de la investigación (mayor tamaño de muestra, inclusión de grupos de comparación, seguimiento longitudinal, etc.).

8.3. Recomendaciones para la institución universitaria

Considerar la adquisición y mantenimiento de más unidades del sensor Wheeler Jump u otros sistemas de medición de salto vertical (plataformas de fuerza, photocélulas, apps validadas), con el fin de fortalecer los procesos de investigación y de práctica profesional en el área de rendimiento deportivo.

Gestionar la implementación de un laboratorio de evaluación funcional y rendimiento físico acreditado, que cuente con la infraestructura y los recursos tecnológicos necesarios para el desarrollo de proyectos de investigación, prácticas formativas y servicios a la comunidad deportiva.

Promover espacios de capacitación docente y estudiantil en el uso de tecnologías aplicadas a la evaluación del rendimiento (sensores, software de análisis de movimiento, plataformas de fuerza), con el propósito de actualizar y enriquecer la formación profesional.

Incluir de manera más sistemática la evaluación con herramientas como el Wheeler Jump dentro de los proyectos de extensión y convenios con clubes deportivos, ligas y organizaciones externas, de forma que la universidad se consolide como referente en medición y análisis del rendimiento.

8.4. Recomendaciones para futuras investigaciones

Replicar el estudio con muestras más amplias y en diferentes modalidades deportivas (baloncesto, voleibol, fútbol, artes marciales, entre otros) para contrastar resultados y aumentar la validez externa de los hallazgos.

Explorar la relación entre las variables obtenidas por el Wheeler Jump (altura de salto, tiempo de vuelo, potencia estimada) y otros indicadores de rendimiento

específicos de cada deporte (aciertos en acciones de juego, velocidad de desplazamiento, eficacia ofensiva/defensiva, etc.).

Desarrollar estudios longitudinales que evalúen el efecto de distintos programas de entrenamiento (fuerza explosiva, fuerza máxima, pliometría, entrenamiento isoinercial) sobre el rendimiento en el salto vertical medido con el sensor.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASTM International. (2020). Standard test methods for determining the Izod pendulum impact resistance of plastics (ASTM D256-20).
<https://doi.org/10.1520/D0256-20>

Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2016). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>

Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). Periodization: Theory and methodology of training. Human Kinetics.

Bosco, C. (1999). Strength assessment with the Bosco test. Italian Society of Sport Science.

Caseiro-Filho, L. C., Girasol, C. E., Rinaldi, M. L., Lemos, T. W., & Guirro, R. R. J. (2023). Analysis of the accuracy and reliability of vertical jump evaluation

using a low-cost acquisition system. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 15, 107. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00718-z>

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. Sports Medicine, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-00000000-00000>

García-Ramos, A., Pestaña-Melero, F. L., Pérez-Castilla, A., & Haff, G. G. (2019). Assessment of the load-velocity profile in the bench press exercise: A comparison between two methods. International Journal of Sports Physiology and Performance, 14(3), 321–326. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0217>

Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., & Pino-Ortega, J. (2018). Impact of the use of technology on performance analysis in team sports. Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 14(54), 21–35. <https://doi.org/10.5232/ricyde2018.05402>

Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., & Pino-Ortega, J. (2020). Wearable inertial measurement units in sports performance analysis: A systematic review. Sensors, 20(16), 1–18. <https://doi.org/10.3390/s20164316>

Jiménez-Olmedo, J. M., Pueo, B., Mossi, J. M., & Villalón-Gasch, L. (2023). Concurrent validity of the inertial measurement unit Vmaxpro in vertical jump estimation. Applied Sciences, 13(2), 959. <https://doi.org/10.3390/app13020959>

Komi, P. V., & Bosco, C. (1987). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 10(4), 261–265. <https://doi.org/10.1249/00005768-198710000-00010>

Martínez-García, R., & Hernández-López, S. (2018). Caracterización mecánica de polímeros termoplásticos mediante ensayos de impacto. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 17(3), 891–902. <https://doi.org/10.24275/uam/itz/dcbs/rmiq/2018v17n3/Martinez>

Puljić, D., Karavas, C., Mandroukas, A., & Stafylidis, A. (2024). Validity of the Enode Sensor and My Jump 3 App for assessing countermovement jump performance. *Applied Sciences*, 14(24), 11989. <https://doi.org/10.3390/app142411989>

Ramírez-Castro, L. M. (2021). Caracterización de propiedades mecánicas de polímeros reciclados mediante ensayos de impacto en el laboratorio de materiales de la Universidad Industrial de Santander. *Revista Tecnológica – Universidad Industrial de Santander*, 34(2), 78–89. <https://doi.org/10.15332/rt.v34i2.6215>

Unidades Tecnológicas de Santander (UTS). (s. f.). Misión y visión. Recuperado el 28 de septiembre de 2025, de <https://www.uts.edu.co/sitio/mision-y-vision/>

Wheeler, J. (2022). Wheeler Jump Sensor User Manual: Smart Performance Analysis System. Wheeler Sports Technologies.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics.

10 ANEXOS

FASE 1. Revisión teórica y específica del uso del instrumento



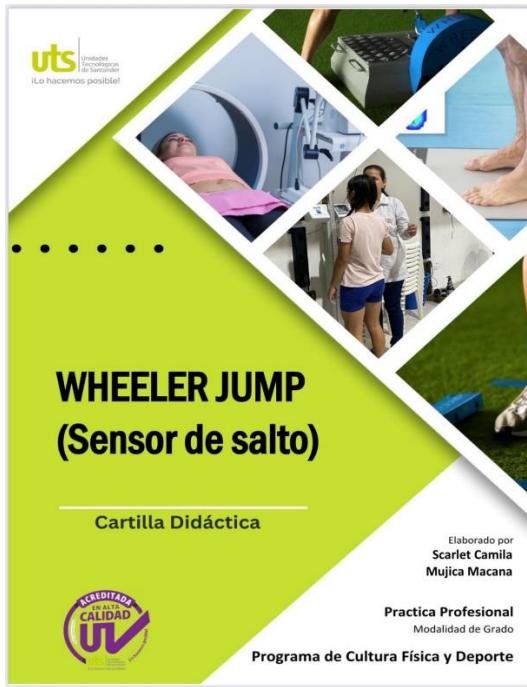
Fuente: tomada laboratorio neuromuscular

FASE 2. Uso y configuración del sensor



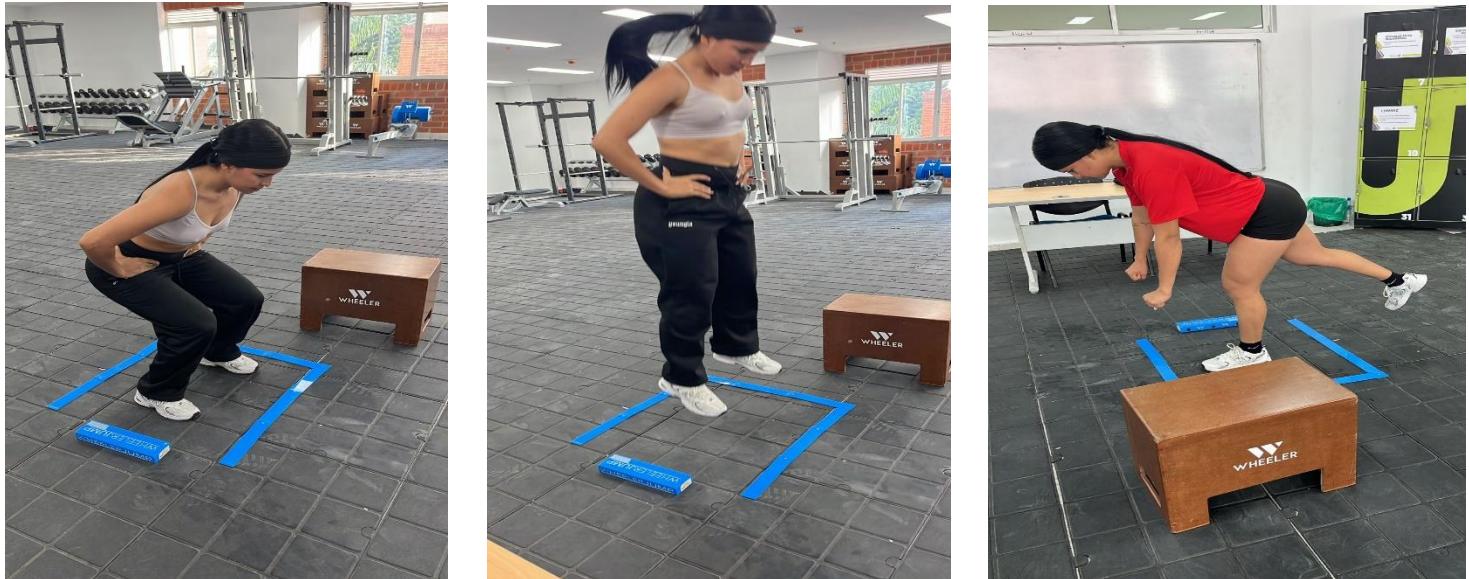
Fuente: tomada laboratorio neuromuscular

FASE 3. Diseño didáctico del producto (cartilla)



Fuente: tomada de cartilla autoría propia

FASE 4. Aplicación del protocolo establecido en la cartilla



Fuente: tomada laboratorio neuromuscular

FASE 5. Análisis de resultados y conclusiones

Fuente: tomada de cartilla autoría propia

MUJERES	Altura [cm]	Nivel
	15-20	Muy Bajo
	21-25	Bajo
	26-30	Bueno
	31-35	Muy Bueno
	36+	

Fuente: tomada de cartilla autoría propia