

## PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA COMPRA DE EQUIPAMIENTO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO

EXPEDIENTE S. 039/14

### OBJETO DEL CONTRATO.

El objeto del presente contrato será la adquisición de equipamiento científico tecnológico para la dotación del Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano y Ergonomía de la Universidad de Extremadura, fruto del convenio de colaboración firmado entre el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España y la Universidad de Extremadura, correspondiente al proyecto “Centro de Tecnificación del Deporte Paralímpico - DEPATECH”, financiado por el Programa Fondo Tecnológico “Por y para la empresa”, FEDER.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

#### Lote 1: Sistema de adquisición y tratamientos de datos biomecánicos

##### Descripción del equipo:

Sistema de captura y análisis de movimiento 3D basado en cámaras basadas en sensores C-MOS de alta velocidad.

##### **Equipo:**

1. Sistema de captura y análisis para interior de al menos 8 cámaras de alta velocidad (resolución de 2MP) con frecuencia de registro y resolución variable.
2. Sincronización con plataformas dinamométricas, sistemas de electromiografía superficial y sistemas de medida de distribución de presiones.
3. Cálculos con cámaras 3D calibradas en movimiento (Pan, Tilt y Zoom).
4. Módulo de hardware y software que permite la captura y análisis en exterior con al menos 4 cámaras de frecuencia de registro variable (resolución de al menos 640 x 480 pixel) que al menos incluya:
  - 4.1. Estación de trabajo portátil de alta velocidad.
  - 4.2. Trípodes y adaptadores para montaje.
  - 4.3. Uso de luz blanca para la reflexión de los marcadores (Iluminación LED).
  - 4.4. Soporte de montaje para iluminación LED.

- 4.5. Caja de sincronización que permita la sincronización de cámaras.
- 4.6. Cables de alimentación de cada cámara de al menos 20m.
- 4.7. Cables de sincronización entre las cámara de al menos 20m.
5. Calibración tipo WAND automática sobre vídeos de alta velocidad en color.
6. Calibración con algoritmo DLT y cubo incluyendo corrección de distorsión.
7. Corrección de distorsión con tablero de ajedrez.
8. Captura y análisis de movimiento híbrido (basado en el seguimiento de marcadores anatómicos y sin necesidad de marcadores anatómicos) pudiendo trabajar de los siguientes modos:
  - 8.1. Seguimiento de marcadores LED de colores y marcadores reflectantes.
  - 8.2. Seguimiento sin marcadores basado en seguimiento de patrones
  - 8.3. Seguimiento sin marcadores basado en siluetas que permite extraer datos de movimiento de cuerpo completo sin necesidad de marcadores.
  - 8.4. Capacidad de registro en exterior con seguimiento y asignación automática de marcadores con cámaras de alta velocidad.
9. Estación de trabajo de alta velocidad para procesamiento y análisis de imágenes de vídeo a color de alta velocidad.
10. Procesamiento de imagen completa para mostrar imágenes a color de alta velocidad siendo automáticamente corregidas de distorsión en tiempo real, incrementando la precisión especialmente en pequeños espacios de análisis.
11. Posibilidad de realizar un seguimiento automático de marcadores sobre vídeos de color de alta velocidad por medio de sistemas de procesamiento de imagen de alto nivel, sin necesidad de pre-procesamiento en cámara.
12. Análisis de datos dinámicos, complejos y de alta velocidad en 2D y 3D con módulos de software específicos para:
  - 12.1. Análisis Cinemático Inverso 3D.
  - 12.2. Análisis Dinámico Inverso 3D.
  - 12.3. Análisis Pan, Tilt y Zoom 3D.
  - 12.4. Análisis de datos de fuerza.
  - 12.5. Análisis de datos de EMG.
  - 12.6. Análisis de datos de presión.
13. Posibilidad de grabar directamente a disco duro de un PC con tiempos de grabación continuos de más de 10 minutos.

14. Otras utilidades:

- 14.1. Representación gráfica del vector de fuerza en videos de alta velocidad.
- 14.2. Importación / Exportación de todos los datos en formato .txt, .c3d y otros formatos 3D.
- 14.3. Posibilidad de importar fuentes de video externo para seguimiento.
- 14.4. Posibilidad de exportar gráficas, videos e imágenes 3D en plantillas de video editables.
- 14.5. Posibilidad de realizar medidas en fotogramas estáticos 2D y 3D.
- 14.6. Posibilidad de mezcla de videos y separación de videos.
- 14.7. Posibilidad de visualizar los resultados en tiempo real sobrepuestos en videos de alta velocidad.

15. Mejora de las condiciones de luminosidad a través de la colocación de vinilos o cortinas en las ventanas del Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano de la Universidad de Extremadura.

16. Instalación y puesta en marcha del sistema en el Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano y Ergonomía de la Universidad de Extremadura

**Lote 2: Sistema de plataformas de fuerza**

Descripción del equipo:

Permiten registrar las fuerzas de reacción ejercidas por los deportistas sobre la superficie de apoyo durante la ejecución de una determinada actividad motora.

**Equipo:**

1. Sistema de dos plataformas extensiométricas que permitan registrar la fuerza de reacción, momentos de fuerza y centro de presión.
2. Dimensiones: 400mm de ancho x 600mm de largo x 10mm de alto.
3. Rango de medida de la fuerza y momento de fuerza en los tres ejes:
  - 3.1. Vertical: 10000 N.
  - 3.2. Antero-posterior: 5000N.
  - 3.3. Medio-lateral: 5000 N.
  - 3.4. Momento de fuerza con respecto al eje vertical: 1500 Nm.
  - 3.5. Momento de fuerza con respecto al eje antero-posterior: 3000 Nm.

- 3.6. Momento de fuerza con respecto al eje medio-lateral: 2000 Nm.
4. Precisión en la medida del centro de presión  $\leq \pm 2\text{mm}$ .
5. Linealidad  $\leq 0.2\%$  FSO (“Full Scale Output”).
6. Crosstalk y drift de 0%.
7. Amplificador digital de 16 bits.
8. Salida de la plataforma de fuerza digital para ofrecer una señal de mejor calidad y sin interferencias de ruido.
9. Sincronización e integración con otros sistemas de medida.
10. Garantía de al menos 5 años.
11. Placa de acero mecanizado de 1500 mm x 900 mm con diferentes configuraciones de anclaje para dos plataformas de fuerza e instalación en el Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano de la Universidad de Extremadura.
12. Opción de anclaje por parte superior de la plataforma de fuerza.
13. Instalación y puesta en marcha del sistema en el Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano y Ergonomía de la Universidad de Extremadura.

### **Lote 3: Sistema de registro de presiones**

#### Descripción del equipo:

Sistema de medida de distribución de la presión superficial en el respaldo y el asiento de silla de ruedas basado en tecnología de sensores capacitivos.

#### **Equipo:**

1. Dos matrices de transductores de presión capacitivos distribuidos en una superficie elástica que cumpla al menos las siguientes especificaciones:
  - 1.1. Resolución espacial: 0.17 sensor/cm<sup>2</sup>.
  - 1.2. Rango de medida de la presión: 2.0 a 60.0KPa.
  - 1.3. Frecuencia de muestreo variable de al menos 30 Hz.
  - 1.4. Linealidad  $\leq 5\%$  FSO
2. Adquisición y almacenamiento de datos de distribución de presión dinámica.
3. Calibración de cada sensor de forma individualizada.
4. Sincronización con otros dispositivos.
5. Analizador de señales procedentes de las matrices de transductores de presión con las siguientes especificaciones técnicas:
  - 5.1. Capacidad de conexión de al menos 32 x 32 sensores.
  - 5.2. Posibilidad de incorporar interruptor para inicio y parada de la medida.
  - 5.3. Conexión a PC mediante Bluetooth y fibra óptica.
  - 5.4. Alimentación mediante baterías recargables.
  - 5.5. Almacenamiento de datos en tarjeta de memoria SD.
6. Paquete software de análisis que debe incluir las siguientes características:
  - 6.1. Representación gráfica de datos dinámicos en tiempo real.
  - 6.2. Representación gráfica de valores de presión, línea de centro de presión, presión máxima, fuerza máxima y área de contacto en tiempo real.
  - 6.3. Visualización en color de datos de presión en 2D, 3D e isobaras en tiempo real.
  - 6.4. Representación gráfica de presiones medias.
  - 6.5. Posibilidad de sincronización al comienzo de la medida.
  - 6.6. Posibilidad de sincronización con otros equipos.
  - 6.7. Exportación de datos de salida en ASCII.

- 6.8. Capacidad para definir áreas de forma libre para el cálculo de presión máxima, presión media y fuerza total en cada área.

#### **Lote 4: Sistema inercial de captura de movimientos humanos**

##### Descripción del equipo:

Sistema de captura de movimiento humano 3D de cuerpo completo basado en unidades inerciales para determinar la geometría del movimiento en tiempo real y el posterior análisis cinemático.

##### **Equipo:**

1. Sistema de al menos 17 unidades inerciales cableadas con las siguientes características técnicas:
  - 1.1. Precisión  $< 0.5^\circ$
  - 1.2. Resolución  $< 0.05^\circ$
  - 1.3. Rango de acelerómetro:  $\pm 180\text{m/s}^2$
  - 1.4. Rango giróscopo:  $\pm 1200^\circ/\text{s}$
2. Cada unidad inercial debe permitir obtener datos de:
  - 2.1. Orientación 3D
  - 2.2. Aceleración 3D
  - 2.3. Velocidad angular 3D
  - 2.4. Campo magnético 3D
  - 2.5. La posición 3D del centro de masas del cuerpo también debe ser disponible con el software
3. Estación de sincronización con equipos externos de al menos 2 entradas y 2 salidas BNC.
4. Estación de sincronización con otros sistemas de adquisición de datos a través de pulsos TTL.
5. Frecuencia de muestro del sistema con un rango desde 60Hz hasta 120Hz para cuerpo completo.
6. Transmisión de los datos al PC de forma inalámbrica con un rango de al menos 150m.
7. Inmunidad completa frente a distorsiones magnéticas temporales (30 segundos) y avisos visuales de entornos perturbados magnéticamente.

8. Posibilidad de uso en mitad del cuerpo, tanto para las extremidades superiores como inferiores.
9. Precisión de posición global 3D  $\approx 2\%$  de la distancia realizada.
10. Al menos una videocámara para grabar imágenes sincronizadas con los datos grabados.
11. Software de captura y análisis de movimiento con las siguientes funcionalidades:
  - 11.1. Debe permitir grabar movimientos con más sistemas sincronizados y de forma simultánea.
  - 11.2. Modelo biomecánico de 23 segmentos corporales y 22 articulaciones.
  - 11.3. Permitir obtener de cada segmento corporal los siguientes datos cinemáticos:
    - 11.3.1. Posición global 3D
    - 11.3.2. Velocidad 3D
    - 11.3.3. Aceleración 3D
    - 11.3.4. Ángulos de articulaciones 3D
    - 11.3.5. Velocidad angular 3D
    - 11.3.6. Aceleración rotacional 3D
  - 11.4. Posición 3D del cuerpo completo con 64 marcadores (internos y externos) de referencias óseos.
  - 11.5. Posibilidad de exportar los Datos en formatos Open XML, C3D, FBX y BFH
  - 11.6. Modelo especial para la articulación del hombro para evitar singularidades debidas a ángulos Euler teniendo disponibles al menos diferentes secuencias de rotación.
  - 11.7. Debe ofrecer la posibilidad de introducir varias medidas antropométricas para dimensionar el modelo.
12. Tiempo de puesta en marcha del sistema completo menor de 12 minutos.
13. Calibración del sistema de cuerpo completo menor de 12 segundos.
14. Conjunto de correas para ubicar los sensores inerciales en cuerpo completo.
15. Receptores inalámbricos USB y herramientas de cableado.
16. Al menos dos unidades de recarga de baterías.
17. Al menos dos recambios de baterías.
18. Adaptador de corriente para alimentación eléctrica.
19. Segmómetro.
20. Maleta rígida para guardar el equipo completo.

21. Garantía hardware mínima de 2 años.
22. El sistema deberá instalarse en el lugar de su uso.
23. Formación para los técnicos del Laboratorio en las instalaciones de la Universidad de Extremadura en Cáceres.

### **Lote 5: Sistema de electromiografía superficial y acelerometría**

#### Descripción del equipo:

Sistema que permite registrar, empleando electrodos de superficie, las variaciones del potencial eléctrico generado por un músculo cuando se activa a la vez que registra la aceleración del movimiento mediante acelerómetros triaxiales.

#### **Equipo:**

1. Sistema de electromiografía superficial integrado con acelerómetros triaxiales de al menos 16 canales y transmisión de datos por telemetría.
2. El sistema debe cumplir al menos las siguientes características:
  - 2.1. Electrodos de electromiografía y acelerometría en el mismo sensor.
  - 2.2. Material de los electrodos de Cloruro de Plata Al/AgCl.
  - 2.3. Rango de medida de señales eléctricas de  $10\mu\text{V} - 5\text{mV}$ .
  - 2.4. Eliminación de ruido producido por movimientos de la piel.
  - 2.5. Latencia entre sensor  $\leq 500\mu\text{s}$ .
  - 2.6. Ganancia del sistema variable con un rango de 100-10.000.
  - 2.7. Impedancia de entrada mínima del amplificador de al menos  $100\text{ M}\Omega$ .
  - 2.8. Rechazo al modo común (CMRR)  $> 80\text{dB}$ .
  - 2.9. Frecuencia de muestreo de al menos 2000 Hz.
3. Tarjeta de adquisición de al menos de 16 bits de resolución.
4. Módulo de adquisición de datos modelo USB-6251 de 16 canales y cable SH68-68-EPM de 1m para sincronización con otros equipos de electromiografía.
5. Estación base de recepción de señales por telemetría con una distancia de transmisión de al menos 40 m y conexión USB a PC.
6. Baterías con al menos 8 horas de duración en modo de transmisión completa.
7. Tiempo de recarga de la batería  $\leq 3$  horas
8. Retroalimentación en tiempo real de la fuerza de la señal y estado de la batería.

9. Software de adquisición, procesamiento digital de señales y cálculos de diferentes parámetros.
10. Módulo de sincronización con otros sistemas mediante entradas y salidas BNC.
11. Paquetes con adhesivos para una correcta colocación de los electrodos a la piel.

### **Lote 6: Sistema de registro de fuerzas de la propulsión manual en silla de ruedas**

#### Descripción del equipo:

Sistema que permite registrar la evolución temporal de las fuerzas de reacción y los momentos de fuerza que se ejercen en el aro de la rueda durante la propulsión manual de un usuario en silla de ruedas.

#### **Equipo:**

1. Sistema que permita registrar la fuerza de reacción y los momentos de fuerza que se aplican sobre el aro de una rueda de una silla de ruedas.
2. Se debe acoplar a la rueda sin influir en el peso y maniobrabilidad de la silla de ruedas.
3. Transmisión de los datos al ordenador de forma inalámbrica.
4. Debe obtener al menos los siguientes parámetros:
  - 4.1. Distancia recorrida
  - 4.2. Velocidad media
  - 4.3. Velocidad máxima
  - 4.4. Pico de fuerza
  - 4.5. Eficacia mecánica de la propulsión
  - 4.6. Número de propulsiones
5. Alimentación eléctrica mediante baterías
6. Software de obtención de datos y visualización en tiempo real de los resultados.

## Lote 7: Máquina isocinética

### Descripción del equipo:

Aparato de valoración funcional isocinético. Puede reproducir prácticamente cualquier actividad funcional y cuenta con aplicaciones de extremidades inferiores, superiores y del tronco.

### **Equipo:**

1. Datos técnicos propios de la máquina isocinética:
  - 1.1. Velocidad concéntrica hasta 500°/seg.
  - 1.2. Velocidad excéntrica hasta 300°/seg.
  - 1.3. Fuerza/Torque concéntrica hasta 680 Nm.
  - 1.4. Fuerza/Torque excéntrica hasta 544 Nm.
  - 1.5. Velocidad pasiva mínima 0.25°/seg.
  - 1.6. Fuerza/Torque pasivo e isotónico mínimo 0.7 Nm.
2. Dinamómetro con posibilidad de ajustes en inclinación, rotación así como desplazamiento sobre algún sistema de raíles para su desplazamiento.
3. Silla giratoria (360°) en el plano horizontal con ajustes mecánicos (cada 15°), reclina (de 0° hasta 85°) y regulable eléctricamente en altura.
4. Isocinético con ubicación de dinamómetro y silla en forma de T.
5. Útiles/herramientas que se requieren: Tobillo, hombro, codo, antebrazo, rodilla y cadera.
6. Posible sincronización con otras plataformas de propiocepción.
7. Software con protocolos de propiocepción integrados y datos de normalidad tanto para los test isocinéticos como los test de propiocepción.
8. Puerto analógico para la exportación de datos y con su software correspondiente.
9. Kit de calibración integrado.
10. Opción de sincronización con sistemas de electromiografía.
11. Opción de incorporación de un módulo de espalda dual de flexión/extensión.
12. Opción de incorporar asiento de anchura especial para las personas obesas.
13. Espacio disponible para la ubicación del sistema máximo de 6 m<sup>2</sup>.
14. La máquina ha de venir con un carrito para la ubicación de su sistema informático.
15. La máquina ha de venir con un carrito para la colocación de sus herramientas.

16. Se valorarán instalación en otras universidades y hospitales universitarios.
17. Instalación y puesta en marcha del sistema en el Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano de la Universidad de Extremadura

### **Lote 8: Tapiz rodante instrumentado y flexible que puede incorporar sillas de ruedas**

#### Descripción del equipo:

Tapiz rodante con arnés de seguridad que permite la utilización de atletas en sillas de ruedas e incluso bicicletas deportivas.

#### **Equipo:**

1. Tapiz rodante para uso para deportistas en sillas de ruedas, en bicicleta o corredores.
2. Dimensiones útiles de la cinta de carrera mínimas: 125 cm de ancho x 250 cm de largo.
3. Velocidad máxima de al menos 30 km/h.
4. Control automático de velocidad de la cinta (Autospeed).
5. Inclinación máxima positiva de al menos +10 %
6. Inclinación máxima negativa de al menos -10 %
7. Barras laterales con guía de silla de ruedas.
8. Al menos un cinturón de seguridad para parada en caso de emergencia.
9. Debe incorporar desconexión automática por cinturón magnético de seguridad.
10. Debe incorporar un botón pulsador auxiliar de paro de emergencia.
11. Debe tener una consola con pantalla con opciones de diferentes protocolos programables automáticos y manuales.
12. Una rampa para acceso al tapiz rodante para silla de ruedas.
13. Una rampa fija de 2,5 m de largo x 1,5 m de ancho regulable a diferentes inclinaciones. Estructura rígida y fabricada de madera laminada de alta calidad con anclajes para fijar en el suelo.
14. Software con posibilidad de:
  - 14.1. Programar protocolos de ejercicio
  - 14.2. Visualización de gráficos y datos en tiempo real
  - 14.3. Análisis y comparación de pruebas realizadas

- 14.4. Exportar datos en formato texto con codificación ASCII.
- 14.5. Crear base de datos y protocolos de pruebas.
15. Posibilidad de integrar la medida de presión arterial y visualizar los resultados en pantalla.
16. Instalación y adecuación eléctrica, en caso de necesitarla, en el lugar donde se va a utilizar el tapiz.
17. Instalación y puesta en marcha del sistema en el Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano y Ergonomía de la Universidad de Extremadura.

## Lote 9: Escáner para medidas antropométricas

### Descripción del equipo:

Registro por triangulación óptica de la forma del cuerpo humano para su evaluación morfológica y la obtención de los parámetros inerciales.

### **Equipo:**

1. Sistema de registro mediante tecnología láser y por triangulación óptica que permita la reconstrucción tridimensional del cuerpo humano completo.
2. El sistema deberá estar compuesto de al menos tres módulos (columnas laser).
3. La tecnología láser deberá ser de clase 1 (eye-safe).
4. El sistema debe cumplir al menos los siguientes requisitos técnicos:
  - 4.1. Volumen activo de al menos 2,10 m de altura x 0,9 m de anchura x 0,9 m de profundidad.
  - 4.2. Precisión: Error promedio en circunferencia  $\leq 3$  mm (objeto de prueba estándar de 110 mm de diámetro).
  - 4.3. Resolución: al menos 7 puntos/cm<sup>2</sup>
  - 4.4. Tiempo de escaneo de cuerpo completo  $\leq 12$  segundos.
5. Unidad de control y PC para adquisición y procesamiento de los datos.
6. Calibración fácil de realizar en un tiempo inferior a 5 minutos.
7. Software de adquisición y procesamiento de datos que incluya:
  - 7.1. Visualización de los datos de escaneo a través de la creación de una malla triangulada cerrada que represente el escaneo 3D.
  - 7.2. Visualización de las secciones transversales en diferentes planos.
  - 7.3. Posibilidad de realizar diferentes medidas en diferentes planos.
  - 7.4. Se valorará el número de medidas antropométricas de forma automática.
  - 7.5. Debe incorporar protocolos de medida para cuerpo completo de acuerdo a la Norma ISO 7250.
  - 7.6. Posibilidad de realizar medidas antropométricas con marcadores de referencia.
  - 7.7. Posibilidad de realizar nuevos protocolos de medición personalizadas por el usuario mediante programación HTML.
  - 7.8. Posibilidad de modificar las mediciones a partir de los datos obtenidos.

- 7.9. Posibilidad de realizar manualmente mediciones de longitudes y circunferencias medidas directamente desde los datos originales del escaneo 3D.
- 7.10. Posibilidad de reposicionar los marcadores de referencia anatómicos.
- 7.11. Compatible con 22 mediciones del software RAMSIS.
- 7.12. Posibilidad de realizar base de datos de diferentes poblaciones.
- 7.13. Exportación de datos en diversos formatos 3D y de texto (OBJ, ASCII, STL).
- 7.14. Posibilidad de controlar los módulos de hardware del escáner.
8. Estructura rígida para una correcta colocación del hardware.
9. Accesorios de montaje y cortinas oscuras que cubran la totalidad del volumen de escaneo.
10. Fácil de guardar y transportar, con un tiempo máximo de instalación total menor de 2 horas.
11. Instalación y puesta en marcha del sistema en el Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano y Ergonomía de la Universidad de Extremadura.