

SISTEMA QUALISYS DE ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO 3D



CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA:

Sistema de altas prestaciones de análisis del movimiento en 3 dimensiones.

Las cámaras Oqus, de **alta resolución y velocidad (hasta 12MPíxeles a 300Hz)**, junto con el software QTM + Visual3D (referente mundial para el análisis del movimiento), ofrecen una solución muy robusta y eficaz para el análisis del movimiento junto con una total libertad para creación de modelos (biomecánica, valoración de daño corporal, rehabilitación, ciencias del deporte, etc.).

Registra y calcula a tiempo real los datos del movimiento en 2D, 3D y con 6 grados de libertad de un modo rápido y sencillo, con una precisión de décimas de milímetro reales.

El sistema es portátil, se puede utilizar en laboratorio y en campo, y se calibra de forma dinámica en 15 segundos.

Las cámaras se conectan al ordenador de forma inalámbrica y entre ellas mediante un único cable de datos/alimentación, por lo que **no se requieren hubs o interfaces**.

Un módulo de entradas analógicas permite la **integración de equipos externos** como sistemas de adquisición de datos (EMG, plataformas de fuerza, etc).

El sistema es muy sencillo de poner en marcha y ajustar. Sólo hay que conectar las cámaras al ordenador y ejecutar el software.



El sistema Qualisys, totalmente diseñado y fabricado en Suecia, es el fruto de más de 20 años de experiencia en el desarrollo de sistemas de análisis del movimiento e innovación en óptica, fotogrametría e ingeniería de software a tiempo real, como demuestran sus más de 500 referencias en todo el mundo.

Referencias destacadas recientes:



Centro de entrenamiento olímpico de Sochi, Rusia



Test Centre de la Universidad de Goteborg

- Universidad de Oporto, Laboratorio de Biomecánica, Portugal
- Universidad Católica de Valencia, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, España
- Universidad de Leeds, Departamento de Ciencias del Deporte, Inglaterra
- DECATHLON S.A., Laboratorio de Biomecánica, Francia
- Universidad de Alicante, Ciencias del Deporte
- IMUDS, Instituto Mixto Universitario Deporte y Salud, Granada
- Universidad de Oxford Brookes, Departamento de Ciencias del Deporte, Inglaterra
- JISS, *Japan Institute Sport Science*, Tokyo, Japón
- Universidad Friedrich-Alexander de Erlangen, Instituto del Deporte, Alemania
- Centro de alto Rendimiento de Sant Cugat, Barcelona
- Centro federal de entrenamiento deportivo de Sochi, Rusia
- Universidad Nacional de Seul, Departamento de Ciencias del deporte, Corea del Sur
- Universidad del estado de Pensilvania, *Golf Teaching and Research Center*, U.S.A.
- Universidad de Goteborg, *Test Centre*, Suecia

● Movilidad/Flexibilidad:

El sistema de análisis del movimiento Qualysis, totalmente portátil, está basado en las cámaras Oqus, desarrolladas con movilidad, robustez y una total funcionalidad libre de problemas.

Las cámaras se conectan entre ellas mediante esquema *Daisy Chain*: la cámara 1 se conecta a la cámara 2, la 2 a la 3, la 3 a la 4... y así sucesivamente, haciendo del Qualisys un **sistema de gran flexibilidad** en el que podemos usar un número virtualmente ilimitado de cámaras, habiendo laboratorios con más de 60 cámaras.

Basta conectar una nueva cámara al sistema para que el software, en cuestión de segundos, la incorpore de forma automática.

● Robustez y uso en exteriores:



Los ajustes individuales del enfoque, el filtro activo y los umbrales de brillo y tiempo de exposición, permiten el uso de las cámaras Oqus en exteriores incluso en días soleados con entornos nevados, en los que los reflejos e interferencias de luz son máximos, por lo que la calidad que se consigue en mediciones en laboratorio es realmente excelente.

Las cámaras se ajustan individualmente (zoom y obturación) para adaptarlas a las condiciones de medición (distancia a los marcadores, luz, reflejos del suelo, ventanas, etc.), además de establecer desde el software, también para cada cámara, umbrales de brillo y tiempo de exposición para determinación de los marcadores. Incorporan también una óptica que permite ajustar el enfoque para optimizar la nitidez de las imágenes.

Las cámaras disponen además de un **filtro activo** que permite la captura de imágenes de forma dual (con y sin flash IR) para eliminar la luz de fondo, lo que permite la captura de los marcadores de forma muy robusta y precisa incluso en los peores escenarios de luz para la medición, como en exteriores incluso en días soleados, por lo que el **seguimiento de los marcadores** se hace de forma enormemente eficiente, **sin problemas de interferencias, reflejos, etc.**

La nueva tecnología Qualysis-MMO **elimina los problemas de fusión o marcadores parcialmente ocultos**, e identifica a tiempo real sus trayectorias para corregir oclusiones, con lo que conseguimos mediciones de inmejorable calidad.

● Vídeo de alta velocidad:

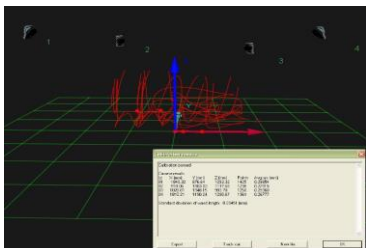


Las cámaras Oqus, además de medición en IR, incorporan opción de vídeo de alta velocidad (rango visible), que gracias al buffer de las propias cámaras, la velocidad del vídeo y su alta resolución, iguala la precisión del modo de captura del movimiento. La compresión del vídeo se hace a tiempo real.

● **Precisión / Resolución:**

El sistema incorpora una tecnología de subpixelado que multiplica por 64 (8 x 8) la resolución del sensor de las cámaras, lo que permite detectar movimientos de 0,01 mm, consiguiendo una precisión de décimas de milímetro reales.

● **Calibración del sistema:**



Tras la calibración, se puede ver el movimiento de la barita y los resultados para cada cámara

Qualisys usa los métodos más avanzados en fotogrametría en primer plano como el DLT para crear un sistema óptimo de análisis del movimiento.

La calibración del sistema (posición y orientación de las cámaras) se hace mediante una medición dinámica de unos 15 segundos, proceso llamado *wand calibration* (calibración de barita).

Los datos de la calibración muestran la desviación de cada cámara y la precisión de reconstrucción, para asegurar siempre una perfecta calibración de todas las cámaras.

● **Integración:**

Las cámaras Oqus se sincronizan fácilmente con equipos externos mediante *triggers* (las cámaras incorporan de serie ese conector) o con un módulo de 64 entradas analógicas, que permite integrar señales medidas por otros equipos (EMG, plataformas de fuerza, etc.) en el mismo archivo. El sistema completo se controla desde un único ordenador a través del software QTM facilitando su uso.

● **Ampliable para uso acuático:**

Qualisys dispone de cámaras Oqus con carcasa estanca para uso bajo el agua (hasta 40 metros), con potentes LEDs de color cian que permiten la medición de los marcadores con total precisión (± 2 mm a 10 metros), manteniendo todas sus prestaciones.

Tan sólo es necesaria la conexión de estas cámaras al sistema mediante un cable (como si de otra cámara Oqus se tratara) para mediciones acuáticas.

La calibración del sistema permite hacer mediciones combinando cámaras en tierra y en agua, para actividades en la superficie del agua como natación, y el filtro activo resulta tan eficaz que ni las burbujas que se desprenden del/la nadador/a interfieren en las mediciones.



Cámara Oqus subacuática



Las altas prestaciones de las cámaras, como sus potentes LEDs y el filtro activo que incorporan, junto con las opciones del software, permiten mediciones en agua con una máxima solvencia

HARDWARE DEL SISTEMA:

● CÁMARAS OQUS:



Las cámaras Oqus, de alta resolución y alta frecuencia de muestro, cuentan con un procesador interno que calcula a tiempo real las coordenadas de los marcadores, liberando al ordenador del procesamiento del vídeo, permitiendo una captura a tiempo real (latencia de 6ms) extremadamente solvente con un número ilimitado de marcadores y cámaras.



De gran versatilidad y fáciles de usar, disponen de un **gran display de alto contraste** con tecnología OLED, visible a largas distancias, en el que se muestra información como el número de marcadores que se ven, estado de la conexión y otros parámetros, que resultan de gran ayuda para sacarles el máximo rendimiento.



Incorporan una **óptica motorizada**, que permite al usuario ajustar la obertura desde el ordenador, así como **umbrales de brillo y tiempo de exposición** de forma individual, lo que permite el **uso de marcadores más pequeños**. El **zoom y el enfoque son también ajustables** (basta desenroscar el tambor de la cámara para acceder a su objetivo y ajustarlo), lo que sumado a la alta resolución de la que disponen, permite obtener una altísima nitidez de cada una de las cámaras del sistema.



Las cámaras disponen de puerto de alimentación de 12 VDC, por lo que pueden alimentarse mediante baterías, haciendo del Qualisys un sistema totalmente portátil. Incorporan también un puerto *trigger* para sincronización con equipos o sensores externos. Basta conectar el *trigger* a cualquiera de las cámaras para total sincronización del sistema.

Su sistema de refrigeración por convección elimina totalmente el ruido durante las mediciones.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OQUS 5+

Display	128 x 64 gráfico de alto contraste OLED			
Resolución / frecuencia	Modo de trabajo	Resolución del sensor	Resol. de posición del marcador (subpíxeles)	Frecuencia
	1	4 MP (2048 x 2048)	16384 x 16384	180 Hz
	2	2 MP (2048 x 1088)	16384 x 8704	340 Hz
	3	0,5MP (1024 x 540)	8192 x 4320	680 Hz
Ruido en los datos de posición	± 1 subpixel			
Campo de visión (FOV)	56°, 47°, 40° y 20°			
Frecuencia máx. FOV reducido	10000 Hz			
Comunicación	Ethernet 802,3 a 100Mbps sin necesidad de interfaces			
Cuerpo / refrigeración	Aluminio con refrigeración por convección			
Distancia de medición	Hasta 25m marcadores de 19mm Ø, Hasta 9m marcadores de 4mm Ø			
Buffer	1152 Mbyte			
Soporte de marcadores	Activos o pasivos reflectantes			
Output	Coordenadas de marcadores o vídeo de alta velocidad			
Dimensiones (peso)	185 x 110 x 124 mm (1,9Kg)			
Alimentación	Daisy Chain 36 - 72 VDC (1 toma de corriente por 4 cámaras) Baterías 12 VDC			
Filtro activo para exteriores	Sí			
Vídeo de alta velocidad	Sí			
Conformidad europea CE	Directivas 89/336/EEC, 92/31/EEC, 93/68/EEC Directivas EMC (compatibilidad electromagnética)			



● **CÁMARAS Oqus210C:**

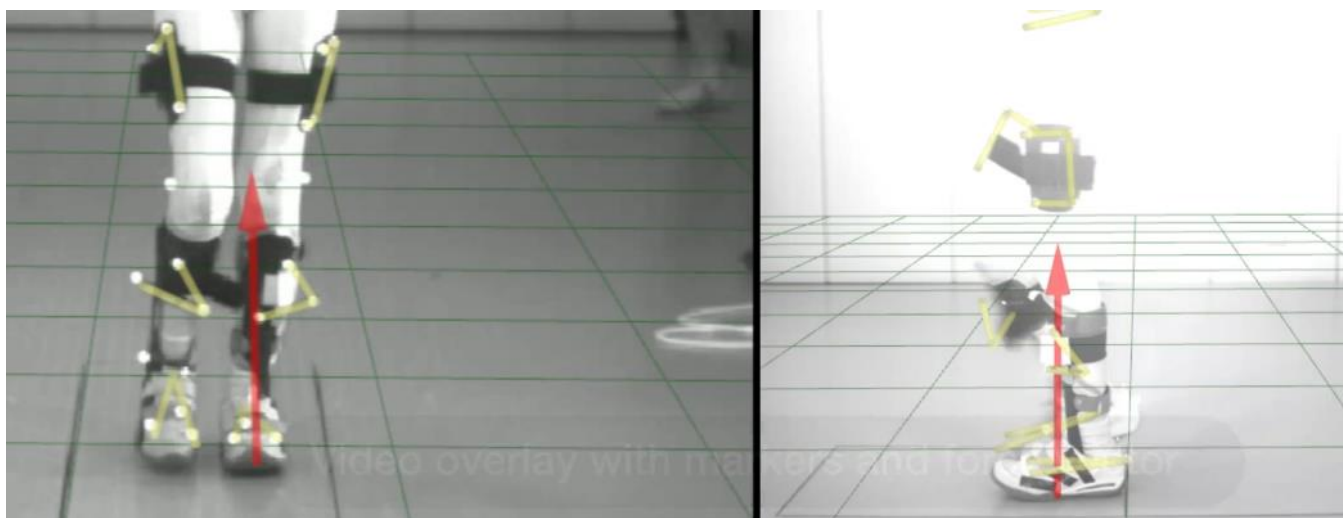


Cámara de alta velocidad en rango visible como apoyo a las cámaras Oqus de tracking de marcadores.

Registra vídeo en rango visible a color de forma totalmente sincronizada con el resto de cámaras, y dado que puede ser calibrada con el resto de cámaras Oqus para tracking de marcadores, permite la superposición de marcadores en el registro de vídeo.

Dispone de un sensor de gran sensibilidad a la luz, por lo que se puede usar en condiciones de muy poca luz.

Permite incluso el ajuste de la ganancia, para ampliar la exposición en entornos de práctica oscuridad.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OQUS210c

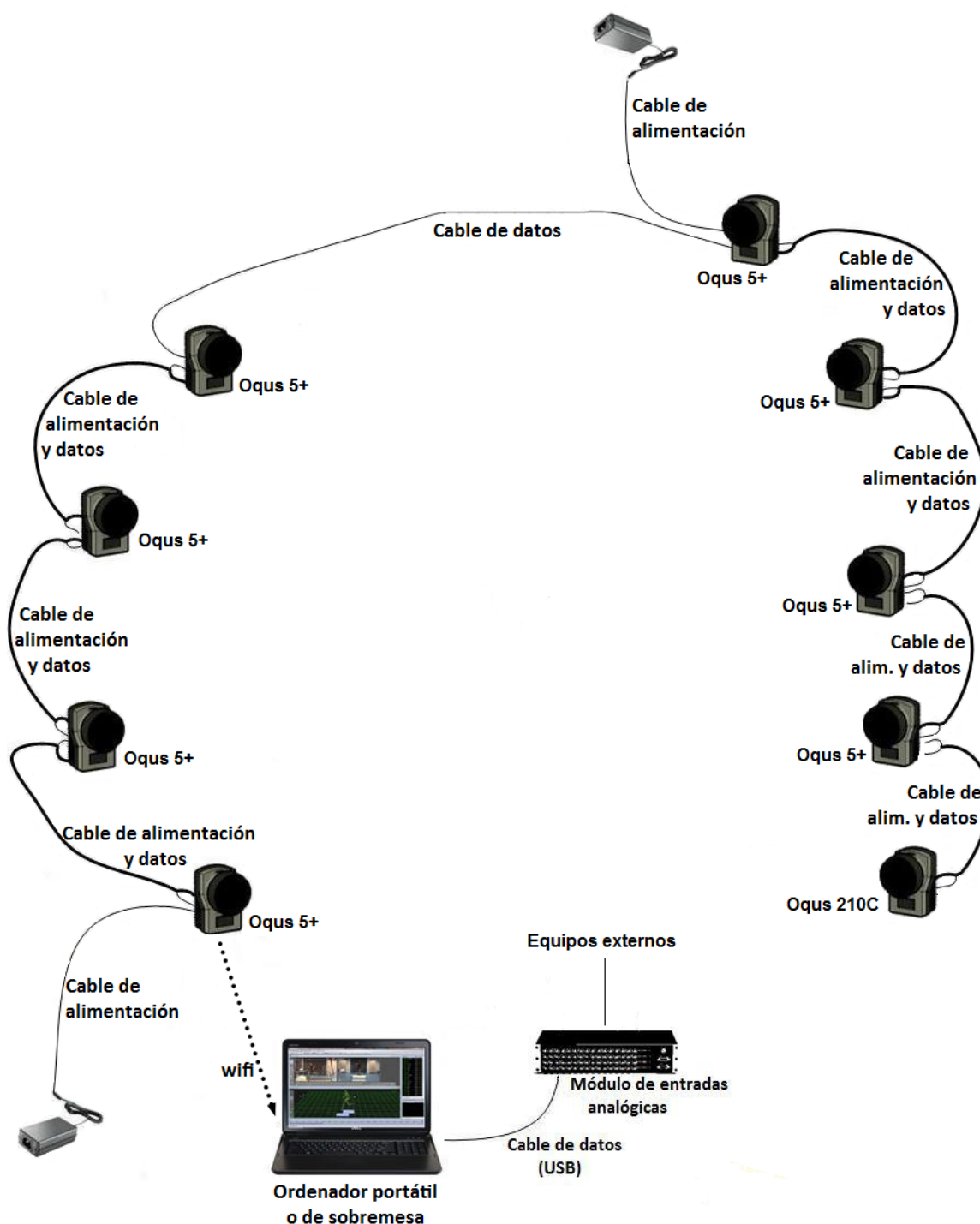
Display	128 x 64 gráfico de alto contraste OLED
Resolución/Velocidad	2MP a 340fps // 0,5MP a 670fps
Compresión	MJPEG
Comunicación	Ethernet 802,3 a 100Mbps sin necesidad de interfaces
Cuerpo / refrigeración	Aluminio con refrigeración por convección
Dimensiones (peso)	185 x 110 x 124mm (1,9Kg)
Alimentación	Daisy Chain 36 - 72 VDC (1 toma de corriente por 4 cámaras) Baterías 12 VDC
Conformidad europea CE	Directivas 89/336/EEC, 92/31/EEC, 93/68/EEC Directivas EMC (compatibilidad electromagnética)

● **ESQUEMA DE SISTEMA DE 8 CÁMARAS Oqus 5+ CON 1 CÁMARA Oqus 210C E INTERFAZ DE ENTRADAS ANALÓGICAS**

Ejemplo de sistema Qualisys de 8 cámaras Oqus 5+ con cámara Oqus 210C e interfaz de 64 entradas analógicas (para integración de equipos externos).

De este modo, además de los datos del movimiento, obtenemos un registro de vídeo a color en visible (alta velocidad y alta resolución) con los marcadores sobreimpuestos, así como los vectores de fuerza de las plataformas.

El sistema permite la creación de bases de datos de normalidad para dar mayor facilidad al usuario.



ACCESORIOS:

KIT DE CALIBRACIÓN



El kit de calibración incluye estructuras de referencia en forma de L y de T para una calibración dinámica, de tan solo 15 segundos, con dimensiones específicas dependiendo del volumen de medición, con 4 tamaños disponibles.

MARCADORES



Qualisys cuenta con un amplio catálogo de marcadores retroreflectivos, muy ligeros y de diferentes tamaños y materiales, rígidos y blandos, para la captura de información bajo prácticamente cualquier entorno y actividad.

También están disponibles en *clusters*, estructuras para colocar varios marcadores en brazos o piernas, de forma rápida, sencilla y segura, que evitan su movimiento relativo. Se pueden alojar de múltiples maneras: con cinta adhesiva de doble cara, mediante cintas elásticas, velcro o sobre trajes.

SISTEMA DE SOPORTE DE CÁMARAS



Al tratarse de un sistema que portátil, que puede usarse tanto en laboratorio como en campo, existen múltiples formas para usar las cámaras, como trípodes, para total portabilidad, o soportes de pared o sistemas de raíles para instalación en laboratorio.

APPS PARA iPhone O iPad:

En constante innovación, Qualisys ha desarrollado 2 Apps, disponibles de forma gratuita en el App Store, para facilitar aún más el control de sistema.



QTM remote: Esta aplicación convierte al iPhone en un control remoto del sistema. Con la opción *batch capture* activada (ráfaga de capturas), el proceso de iniciar, interrumpir y detener los registros no puede ser más sencillo, permitiendo además la introducción de eventos.



QTM viewfinder: Esta aplicación permite visualizar en el iPhone, iPad o iPod touch, la imagen que se obtiene de cada cámara y ajustar parámetros como umbrales de tiempo de exposición y brillo de los marcadores, facilitando enormemente el ajuste del sistema.

SOFTWARE DEL SISTEMA – QTM+VISUAL3D:

El software de captura QTM, junto con el potente software de análisis Visual3D, proporciona al usuario una solución ideal para la ejecución de modelos predefinidos con un **número mínimo de clicks**.

El Visual3D actúa de motor dentro del QTM, por lo que el usuario sólo ha de manejar el software QTM, que ofrece un interfaz sencillo y muy amigable, con acceso directo a la base de datos de los pacientes y a la ejecución de todos los modelos incluidos.

El software incorpora un **asistente para la creación y ejecución de los modelos**, basados en una **arquitectura de modelaje de 6 grados de libertad**. El software incorpora además la función de **identificación automática de marcadores**, incluso a tiempo real, por lo que facilita enormemente la labor del usuario.

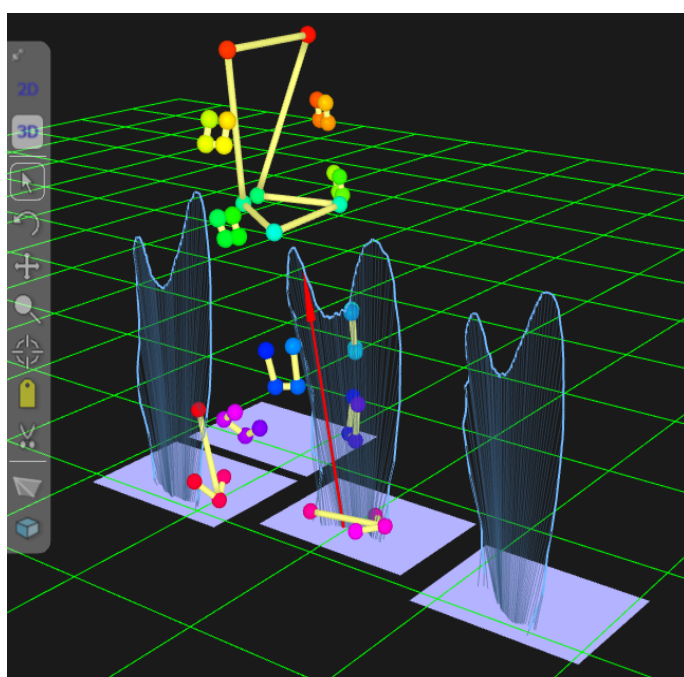
Las mediciones y ejecución de los modelos resultan muy sencillas y reproducibles.

Además de los modelos más habituales (marcha, carrera, saltos...) el software es totalmente abierto para incluir futuros modelos, tanto de la bibliografía (valoración de daño, análisis de gesto deportivo, ergonomía, etc.) como creados por el usuario de acuerdo con sus necesidades.

OPCIONES DE REGISTRO Y VISUALIZACIÓN

Ofrece **numerosas opciones de registro**, como programar el tiempo de medición, escoger frecuencia de marcadores o del vídeo, introducir un tiempo de espera antes de empezar las capturas, activar señales de sonido para notificar el principio y el final de los registros, pregrabar un determinado intervalo de tiempo previo al comienzo del registro para corregir distintas latencias entre equipos y asegurar una perfecta sincronización entre ellos, o automatizar la grabación de los registros en el disco duro del PC y activar la función de *batch capture* (ráfaga de capturas), en la que las capturas se inician automáticamente al finalizar el tiempo programado de la anterior.

Dispone de **múltiples opciones de visualización de los datos a tiempo real**, en 2D y 3D o sólidos rígidos con 6 grados de libertad, con prácticos zooms, traslaciones, rotaciones, seguimiento de marcadores individualmente etc.



Ejemplo de visualización en el software QTM.
Se muestran los datos del movimiento en 3D con los datos medidos por las plataformas de fuerza, integradas con el módulo de entradas analógicas

El software QTM incluye función de reconocimiento automático de marcadores, lo que unido al motor del Visual3D, permite la **ejecución de modelos a tiempo real**, empleando esqueletos, maniquís u otros avatares definidos por el usuario o importados de otros software que faciliten su interpretación.

El software QTM permite también la configuración y adquisición de señales analógicas externas. Las fuerzas de reacción del suelo de plataformas de fuerza se muestran con vectores y mariposas de fuerza, mientras que señales de EMG y otros sensores también se pueden visualizar gráficamente.

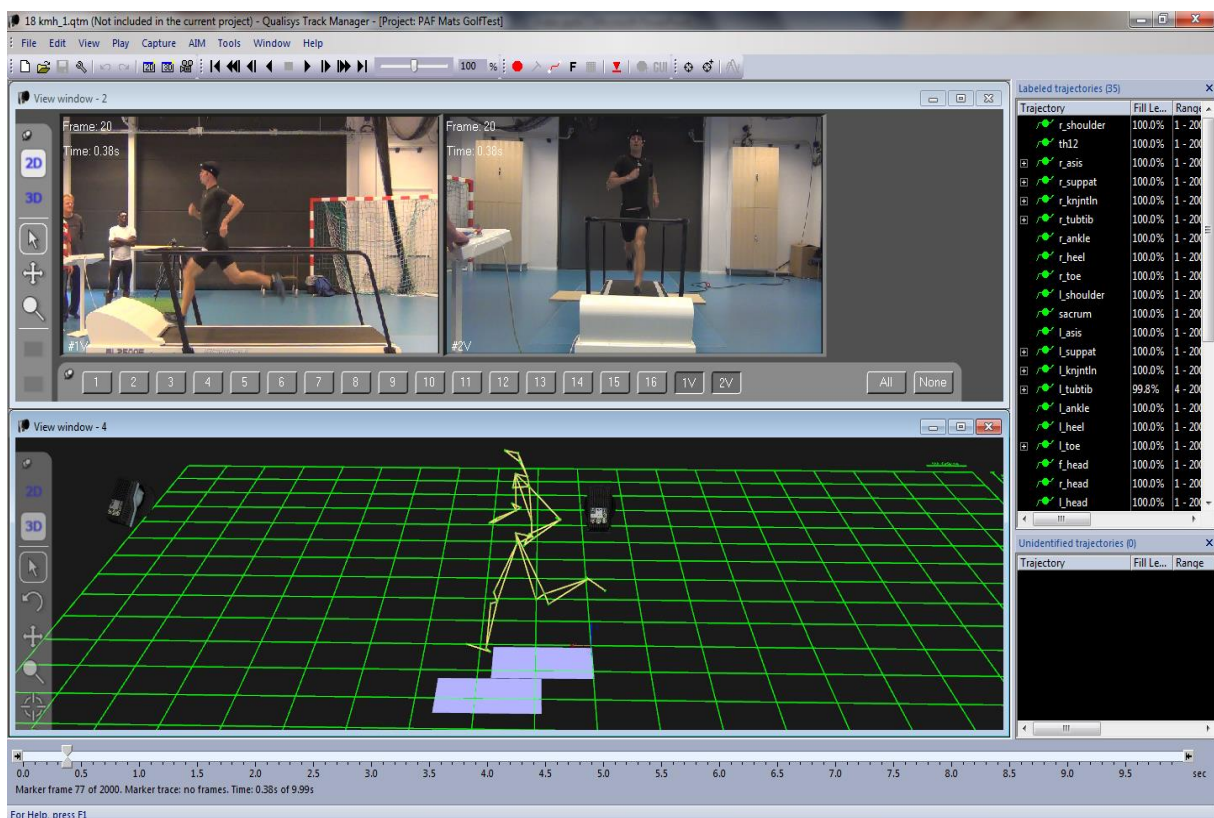
Incorpora **predicción de trayectorias de los marcadores a tiempo real** (con margen de tolerancia definible) para mantener la integridad de los datos en casos de oclusión accidental de los mismos, y la nueva **tecnología Qualysis-MMO, que elimina los problemas de fusión o marcadores parcialmente ocultos**.

Todas estas funciones, junto con la alta resolución de las cámaras Oqus y alta frecuencia de muestreo, sumado a la calidad y ajustes individuales de la óptica de cada cámara, proporcionan mediciones de una calidad extrema en cuanto a exactitud, precisión e integridad de los datos.

FUNCIONES DESTACADAS DEL SOFTWARE QTM:

- Arquitectura abierta
- Interfaz flexible y muy sencillo de usar
- Se activa mediante licencia (no requiere *dongles*)
- Capturas y *streaming* (transmisión a tiempo real) en 2D y 3D a tiempo real con 6GDL
- Captura pre-*trigger* y en modo batch (ráfaga)
- Control de todas las cámaras y equipos externos
- Captura de salidas analógicas de otros equipos (plataformas de fuerza, EMG, etc.)
- Captura de vídeo y audio integrada
- Identificación automática de marcadores
- Soporta marcadores activos y pasivos
- Exportación en múltiples formatos

Además de las propias cámaras Oqus, que pueden grabar vídeo de alta velocidad, se puede emplear cualquier tipo de cámara conectada al PC para el registro de vídeo a tiempo real, como webcams o cámaras domésticas o profesionales de alta velocidad, proporcionando de forma automática archivos de vídeo de forma totalmente sincronizada con el análisis del movimiento:

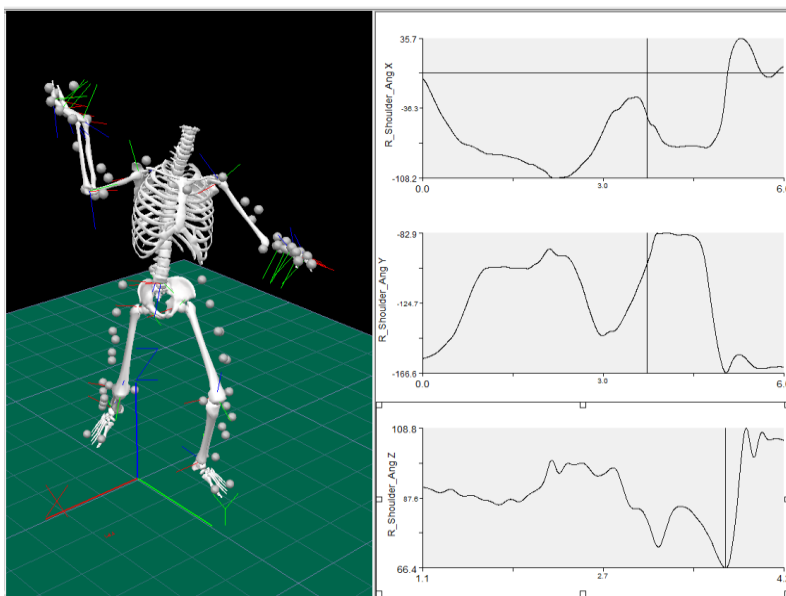


SOFTWARE DE ANÁLISIS DE DATOS - VISUAL3D:

El software Visual3D se usa en laboratorios científicos y clínicos de todo el mundo siendo el **software de referencia para el análisis del movimiento en 3D**.

Al actuar como motor dentro del software QTM, le proporciona todo su potencial para el análisis biomecánico, sin que el usuario tenga que preocuparse de su manejo.

Totalmente abierto y flexible, incluye generador de modelos biomecánicos, tanto definidos por el usuario como con origen en bibliografía, con un número ilimitado de segmentos y unidos entre ellos mediante articulaciones que se puede analizar con de 6 grados de libertad.



En modelaje con 6GDL permite medir los movimientos del hombro (flexo-extensión, abducción-aducción y rotación interna-externa) en el lanzamiento de una pelota con total precisión y exactitud.

Para ello se emplean al menos 3 marcadores (no lineales) para definir cada segmento (generando un eje de referencias determinando posición y orientación), por lo que podemos definir el movimiento que generan dos segmentos unidos por una articulación en 3 traslaciones y 3 rotaciones (6 grados de libertad), identificando por tanto, con **total precisión y evitando errores de compensación o movimientos acoplados, los movimientos de flexo-extensión, flexión lateral, rotación, etc.**

Esta técnica de modelaje con 6GDL permite el análisis virtual de personas y resulta fundamental para obtener datos biomecánicamente correctos, siendo la base del análisis del software Visual3D.

El Visual3D, permite automatizar el procesamiento de los datos y personalizar los análisis, la visualización de los datos y la elaboración de los informes en varios formatos.

Los datos, una vez analizados, pueden exportarse fácilmente a otros formatos como TSV, C3D, Matlab o ASCII, así como las animaciones del movimiento (usando esqueletos o maniquís), que se pueden exportar a archivos de imagen o vídeo como AVI, SVG o BMP e incluirlas en los informes.

El software Visual 3D puede analizar los movimientos de forma individual o cíclica, identificando automáticamente eventos significativos en movimientos repetitivos. Esta técnica se usa por ejemplo en el análisis de marcha o carrera, analizando varios pasos al mismo tiempo, evitando el análisis de un único paso aleatorio

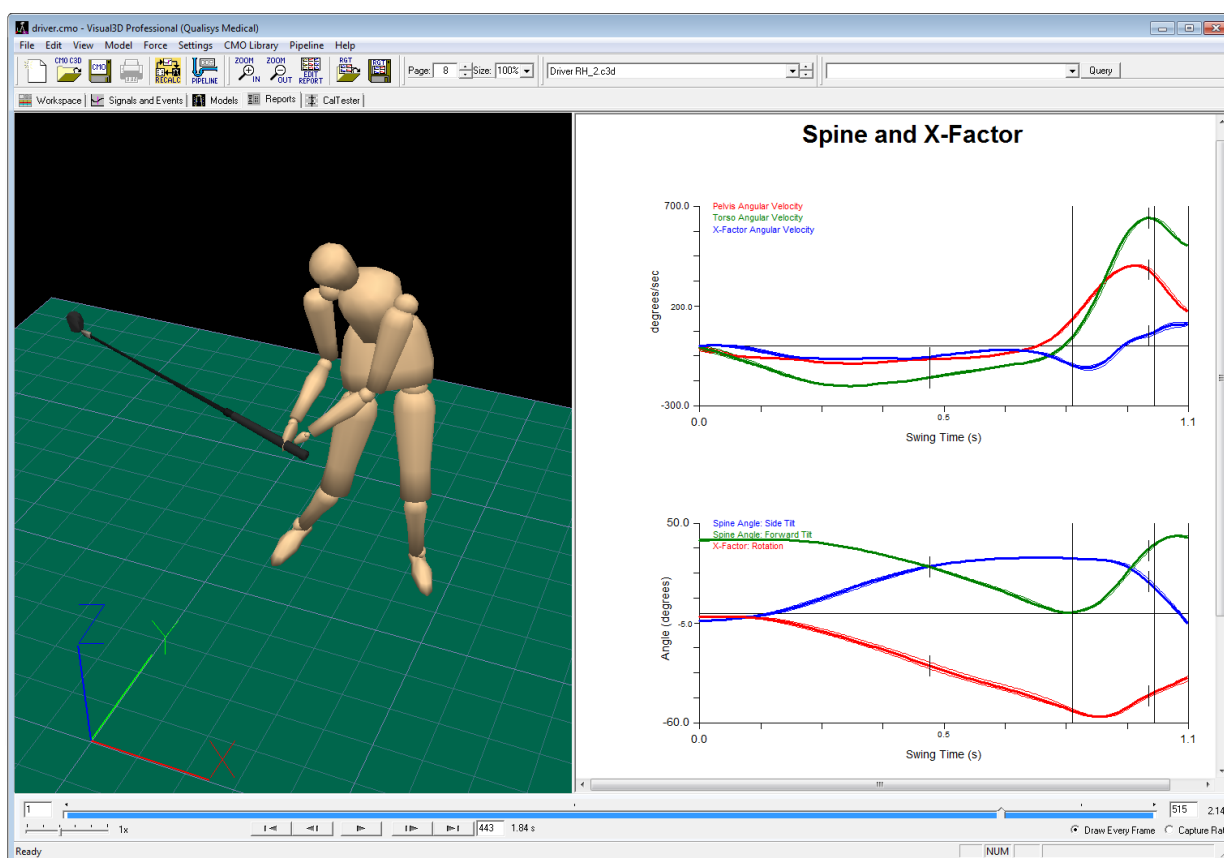
FUNCIONES DEL SOFTWARE VISUAL3D:

- Arquitectura abierta
- Modelos y análisis de 6 grados de libertad
- Total integridad de los datos: Revisión histórica y seguimiento del procesamiento de los datos
- Modelado avanzado y flexible: Soporte para cualquier combinación de marcadores incluyendo grupos y combinaciones por defecto, híbridos, marcadores virtuales, etc.
- Modelos predefinidos para análisis de marcha (identificación automática de pasos)
- Procesamiento avanzado de las señales para datos en 2D y 3D con 6GDL
- Definición de umbrales, filtros, etc.
- Soporte para 3D Digitizing Pointer
- Cálculo del centro funcional de articulaciones
- Gráficos de fácil interpretación
- Vista rápida de datos y gráficos
- Sincronización con vídeo
- Tutoriales para la automatización de análisis repetitivos
- Generador de informes
- Además del formato C3D, es compatible con ACII, Matlab y TSV
- Exportación a OpenSim
- Análisis de los datos a tiempo real

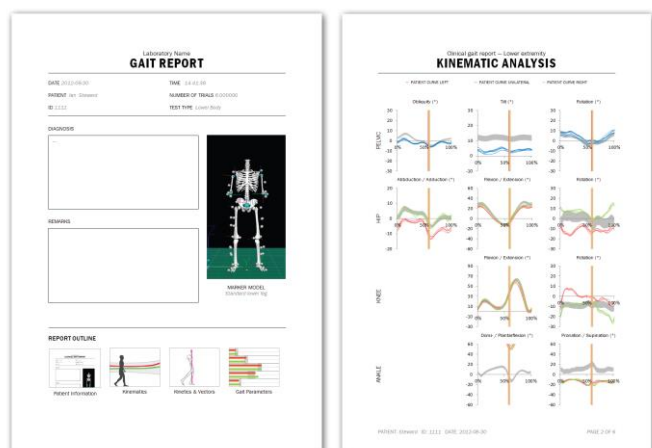
CÁLCULOS CINEMÁTICOS Y DINÁMICOS INCLUIDOS EN EL SOFTWARE VISUAL3D:

- Datos de plataforma de fuerza (cuando integrada): fuerzas de reacción del suelo, torque de reacción, centro de presiones en cada plataforma
- Posiciones cinemáticas: posición del punto, velocidad y aceleración
- Cinemática del CM (centro de masas): vector corporal, posición, velocidad y aceleración del CM del segmento
- Vectores unitarios: vector unitario (X, Y, Z, X', Y', Z') de coordenadas locales, orientación de los ángulos de los segmentos y primera y segunda derivada en el tiempo
- Cinemática angular: velocidad angular y aceleración angular de los segmentos
- Momentos angulares: momentos angulares de los segmentos y de los grupos de cuerpos
- Dinámica inversa: Potencia articular, torque articular y potencia
- Ángulos: Ángulos definidos y primera y segunda derivada

El software QTM+Visual3D ofrece por tanto ilimitadas posibilidades para el modelaje biomecánico, procesamiento y análisis de los datos (totalmente automatizables), resultados (numéricos, gráficos y animados) y elaboración de informes.



Ejemplo de swing de golf en el que se analiza la espalda y velocidades angulares del movimiento en varias repeticiones. La animación mediante maniqués, las articulaciones y el resultado de sus movimientos (posiciones, ángulos, velocidades, aceleraciones, momentos, torque y potencias) se pueden incluir de forma automática en los modelos, totalmente configurables por el usuario, desde el número de segmentos a medir hasta la presentación y el formato del informe final.



Ejemplo de 2 de las páginas que componen el informe tipo del análisis de marcha

Los informes, completamente a la carta, se pueden generar en varios formatos (word, pdf, html, etc.), por lo que son totalmente editables, y pueden incluir, además de toda la información del paciente e imagen de la distribución de los marcadores, todos los resultados de uno o varios ciclos, con valores numéricos, gráficos, tablas, promedios, máximos, fotogramas de las animaciones, etc.

No tenemos equipo de demostración Se puede enseñar software o hacer demostración mediante sesión remota (demo por videoconferencia desde Qualisys).

CLIENTES:

Universidades (ciencias de deporte, Fisioterapia, medicina), Hospitales/Mutuas (rehabilitación, biomecánica)

Referencias

C.A.R. Sant Cugat

Univ. Autónoma de Madrid

Univ. De Alicante

Univ. Católica de Valencia

Univ. De Murcia

Univ. De Granada (IMUDS)

Baasys