

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

**DISEÑO DE UN PROTOCOLO PARA EL ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA
REMADA EN EL PADDLE SURF**

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



CURSO ACADÉMICO: 2022-2023
ALUMNO: JERÓNIMO JESÚS SEMPERE GOMIS
TUTOR ACADÉMICO: MANUEL PELÁEZ PÉREZ

Índice

1. Contextualización.....	3
1.1. Historia del stand up paddle (SUP).....	4
1.2. Visión general del stand up paddle (SUP).....	5
1.3. Modalidades.....	7
1.4. Equipamiento.....	8
2. Procedimiento.....	10
3. Revisión Bibliográfica.....	11
4. Discusión.....	12
5. Propuesta de Intervención.....	13
5.1. Muestra del estudio.....	13
5.2. Instrumental.....	13
5.3. Procedimiento.....	14
5.4. Variables.....	16
6. Referencias.....	18
7. Tablas.....	22
8. Figuras.....	25

1. Contextualización

En vista del crecimiento exponencial que ha experimentado en los últimos años el deporte náutico del stand up paddle (SUP), se plantea la necesidad de desarrollar un modelo teórico que aborde su técnica de remada con el objetivo de prevenir lesiones y mejorar el rendimiento deportivo de los deportistas. Nelson (1973) afirmó que “las mayores mejoras en el rendimiento deportivo deberían producirse a través de la aplicación de los resultados de los estudios biomecánicos”. Es por ello que vamos a describir el protocolo necesario para en un futuro llevar a cabo un análisis de la técnica de remada en el stand up paddle (SUP) desde una perspectiva biomecánica del movimiento.

Antes de explicar en qué consiste el protocolo para describir la técnica de remada idónea, y para una mayor comprensión de éste, es necesario conocer la terminología, las bases y los principios biomecánicos para el control del entrenamiento, la mejora de la técnica deportiva y del rendimiento.

Según Zatsiorski (1988) “la biomecánica es la ciencia de las leyes del movimiento mecánico en los sistemas vivos”. “La biomecánica deportiva está ligada a la ejecución de las técnicas específicas de cada disciplina deportiva para la mejora de los movimientos optimizando la ejecución de los mismos para obtener mejores resultados a niveles competitivos y evitando de esta manera las lesiones que son muy frecuentes por la mala práctica de una técnica inadecuada” (Armijo, 2016). “La biomecánica deportiva juega un papel importante en el logro de una técnica eficaz puesto que puede ayudar a comprenderla, a mejorar su enseñanza y su entrenamiento” (Barlett, 1997).

Mediante el análisis de una actividad motora específica, en este caso el gesto técnico de la palada, se busca optimizar la técnica y hacerla más segura para los deportistas. Guanín Castillo (2020) define el gesto técnico como “una serie de movimientos consecutivos realizados coordinadamente en un momento dado, para la obtención de un objetivo concreto”. Se utilizan diferentes tecnologías de captura del movimiento como la grabación, la cual proporciona información detallada sobre la postura de los sujetos y la posición de los distintos segmentos corporales. “La aplicación de marcadores para la identificación de puntos de referencia anatómicos puede ser útil cuando se realiza un análisis de ejecución basado en video” (Souza, 2016, p. 220).

Realizar un análisis biomecánico deportivo tiene muchos beneficios, tales como la disminución del riesgo de lesiones y de la tensión en las articulaciones. En un estudio epidemiológico sobre el stand up paddle se ha relevado que el hombro (32,9), el codo (11,8) y los músculos lumbares de la espalda (14,3) son las zonas más comunes donde se producen lesiones en este deporte (Furness et.al, 2017).

Si realizamos un ejercicio con un patrón de movimiento inadecuado, nuestro cuerpo y nuestras articulaciones pueden sufrir estrés, pero trabajar en la mejora de estos movimientos reduce la posibilidad de lesiones y prolonga la carrera deportiva. Además, combinando esto con una mejora en la capacidad de producir energía de forma eficiente, se puede aumentar la potencia y producir un movimiento rápido y fluido, optimizando el movimiento y la conservación de la energía, lo que mejora el rendimiento general.

Aunque existen estudios biomecánicos de deportes similares como el piragüismo o la canoa olímpica, actualmente no hay modelos teóricos disponibles que se centren específicamente en la técnica de remada en el paddle surf. Por esta razón, el propósito de este trabajo es encontrar un modelo técnico a partir de las similitudes con las otras disciplinas que permita a los deportistas realizar este deporte de manera segura y eficiente mediante la determinación de una técnica adecuada.

1.1. Historia del Stand Up Paddle (SUP)

Aunque se sabe que el stand up paddle ha existido durante miles de años, nadie sabe quién lo inventó ni quién fue el primer individuo en pararse sobre una tabla con un remo. Sin embargo, la práctica moderna del SUP tiene sus raíces en Hawaii y California. En la antigüedad, específicamente en el año 3000 AC, los pescadores peruanos usaban barcas de caña llamadas "caballitos de Totora". Debido a su inestabilidad, utilizaban varillas de bambú similares a remos para dirigir y propulsar las barcas. Sorprendentemente, esta práctica todavía se lleva a cabo en la actualidad. En la antigua África, los guerreros utilizaban lanzas como remos para desplazarse en sus canoas y acercarse sigilosamente a sus enemigos. Por otro lado, entre los siglos VIII al XIII, los árabes empleaban el Hasake, una especie de mezcla entre tabla y barco de remo para pescar. En Venecia, desde el siglo XVII, los gondoleros usaban remos enormes para desplazarse por los canales de la ciudad. Ya en el siglo XX, en Tel Aviv (Israel), los socorristas se valían de tablas largas para detectar a los bañistas con dificultades, remando de pie sobre ellas.

El surf moderno que conocemos hoy en día tiene su origen en la Polinesia. Durante el año 1700, el capitán James Cook navegó por las islas de Hawaii y presencié cómo los locales surfeaban. En ese entonces, el surf se practicaba en canoas o tablas hechas con árboles de la zona. Algunas tablas medían más de 5 metros, por lo que algunos surfistas utilizaban remos para poder surfearlas. El SUP moderno tiene su origen en Waikiki (Hawaii), donde según la leyenda, los instructores de surf comenzaron a remar de pie en los años 50 y 60 para poder visualizar mejor a sus estudiantes y las series de olas. En ese entonces, se utilizaban remos con dos palas. Uno de los miembros de la banda local de surfistas, los "beach boys", llamado John Zapotocky, es considerado el padre del SUP surf moderno. Se inspiró en la comunidad de surfistas locales y diseñó un remo con una sola pala. (Bonnet, 2022, p.12)

Según Supyogacamp (2023), en 1996, Dave Kalama y Laird Hamilton, dos leyendas vivas del océano, dieron origen al SUP moderno. Durante una sesión de fotos para Oxbow, con pocas olas en el mar, empezaron a jugar con las tablas de surf y unos remos de canoa. Descubrieron el potencial de remar de pie sobre una tabla y se apasionaron. Con el tiempo, participaron en eventos importantes como la Molokai Oahu Paddleboard Race y Makaha la Junta Big Surf Classic. Desde el 2004, el Stand Up Paddle ha vivido una explosión en EE. UU. y Europa, debido a sus amplias posibilidades de uso.

La International Surfing Association (ISA) fue creada y reconocida como la Autoridad Gobernante Mundial del Surf por el Comité Olímpico Internacional, lo que representa un hito importante en el crecimiento del SUP. Además, la ISA cuenta con la representación de organismos de surf de 113 países en todo el mundo (International Surfing Association).

En España, se lleva a cabo un circuito de competiciones de paddle surf a nivel provincial y nacional, así como pruebas de gran importancia a nivel mundial, como el Eurotour. Uno de los eventos más destacados es el Word Sup Festival Costa Blanca, que se celebra en la ciudad de Santa Pola (Alicante) y es considerado como uno de los mejores en el circuito internacional (World Sup Festival, s.f.).

1.2. Visión General del Stand Up Paddle (SUP)

“El stand up paddleboarding (SUP) es una mezcla de surf y remo” (Ruess C., 2013). Debido a los beneficios que ofrece tanto a nivel de rendimiento como a nivel salud, su popularidad ha aumentado en todo el mundo en la última década. Según The Outdoor Foundation (2015), el informe especial sobre deportes acuáticos indica que “la participación en SUP en los Estados Unidos aumentó un 155% entre el año 2010 y 2014, siendo la razón principal para participar para hacer ejercicio y ponerse en forma”.

El Stand Up Paddle Surf ha experimentado un rápido crecimiento en España, destacando su desarrollo en toda la costa mediterránea y las islas Baleares, donde cuenta con una gran afición. En las zonas de Canarias y Cantábrico, debido a las condiciones del mar, la modalidad más practicada es el stand up paddle surf (Ho'enalu, 2021).

El SUP es una actividad física que implica mantenerse de pie sobre una tabla similar a la de surf, pero con algunas diferencias. En primer lugar, las tablas de SUP son más largas (8-15'; 2,44 - 4,57 m), más gruesas (4-8", 10,16 - 20,32 cm) y más anchas (26-31", 66,04 - 78,74 cm) que las tablas de surf tradicionales. Además, el practicante en el SUP se propulsa a través de la superficie del agua utilizando un remo largo de una sola hoja (Schram B., 2015).

El SUP se practica en dos entornos principales: aguas tranquilas de ríos o lagos y en el mar abierto. Es común encontrar a personas practicando SUP en las playas de pueblos costeros y en ríos y lagos de ciudades de interior alrededor del mundo. Además, su versatilidad lo convierte en una gran opción para que los surfistas mantengan su forma física y sigan en el agua durante períodos prolongados de pocas olas o de olas pequeñas.

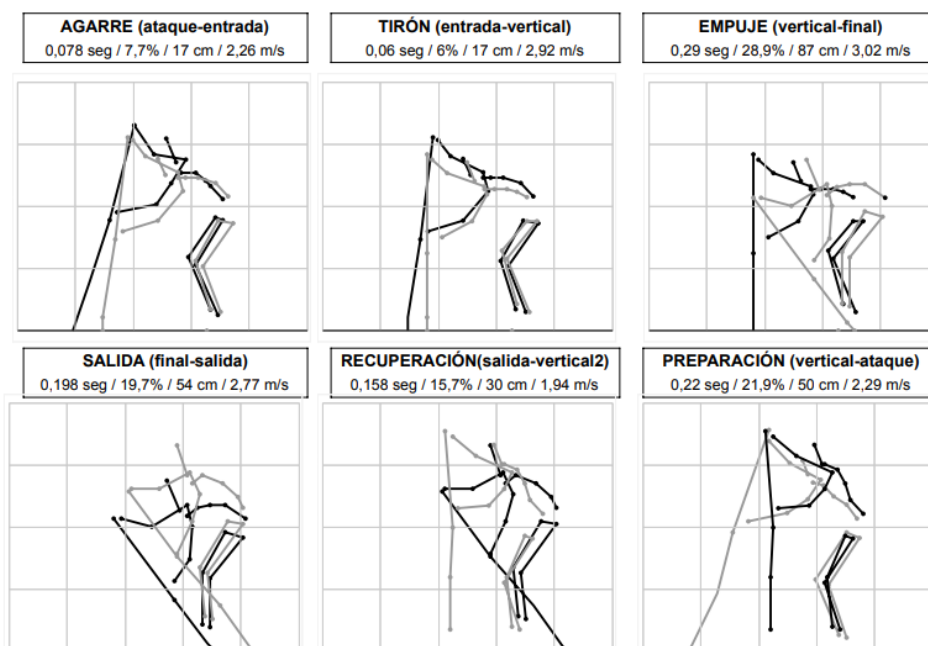
Por el hecho de que “El SUP es un deporte relativamente nuevo y tiene un bajo nivel de profesionalización en comparación con otros tipos de deporte” (Schram B., 2017), existen pocas evidencias científicas que nos hablen sobre la técnica de la palada en esta categoría. Sin embargo, encontramos estudios en otros deportes que utilizan una técnica similar cómo es el caso de la canoa.

Según Griffin et al. (2020), "El modelo técnico para todas las disciplinas de remo incluye 4 fases, la primera es la entrada de la pala, la tracción que proporciona el desplazamiento, la salida y por último la fase aérea hasta la siguiente entrada de la pala" (p. 67). Es por esto, que utilizamos la técnica de deportes de remo para poder definir la técnica en la palada de paddle surf. Es importante identificar los momentos específicos dentro del ciclo de palada para que se puedan utilizar para una posterior evaluación (Souza, 2016).

La palada es el gesto técnico básico en el paddle surf, y consiste en la propulsión de la tabla mediante la introducción de la pala en el agua y la realización de una serie de movimientos cíclicos. El objetivo es avanzar en el agua con la mayor eficiencia posible.

El gesto técnico de la palada puede dividirse en diferentes fases, cada una con una función específica. Tras visualizar los vídeos que publicó RFEPTV (2020) en el que se muestra la técnica de canoa nosotros hemos definido el gesto técnico deportivo de la palada en seis fases, como podemos ver en la **Figura 1**.

- **Agarre:** La fase de agarre, como vemos en la **Figura 2**, es el momento en el que la pala entra en contacto con el agua y comienza a traccionar. Para llevar a cabo esta fase, es necesario tener en cuenta la posición de las manos en el remo: la mano superior debe sujetar la "T" del remo por encima de la altura de los hombros, mientras que la mano inferior debe sujetar la pértiga ligeramente adelantada a la mano superior. Es importante que la pala se introduzca en el agua lo más cercana posible al borde de la tabla, sumergiéndose completamente a la altura del cuello, donde se une la pértiga y la pala. Durante esta fase, las articulaciones del tobillo, rodilla y cadera deben estar en semi-flexión, mientras el tronco debe estar ligeramente inclinado hacia delante. El hombro del brazo superior del remo debe estar en flexión con el codo en semi-flexión, mientras que el brazo inferior debe estar en flexión de hombro y con el codo completamente extendido.
- **Tirón:** Fase desde que se tiene apoyo en el agua hasta que la pértiga está vertical, como podemos ver en la **Figura 3**. En esta fase, el deportista aplica fuerza para mover la tabla hacia adelante. La mano inferior tira de la pala hacia atrás mientras que la mano superior empuja hacia abajo. La pala debe permanecer en una posición vertical y paralela a la tabla para que la tracción sea efectiva. Las articulaciones del tobillo, rodilla y cadera siguen en semi-flexión, y el tronco se comienza a flexionar poco a poco, a la vez que el codo del brazo inferior pierde ángulo en su flexión, mientras que el brazo superior se mueve en movimiento de aducción.
- **Empuje:** Fase desde la vertical hasta que la pala está empujando sobre el agua, como se muestra en la **Figura 4**. La mano superior está adelantada a la mano inferior. Al final de la fase la pértiga devuelve la reactividad de la tracción, deshaciendo la flexión generada en la fase de tirón. La cadera llega a su máxima flexión y el codo inferior a su máxima extensión.
- **Salida:** Fase desde que la pala deja de empujar hasta que sale completamente del agua, como observamos en la **Figura 5**. Las manos siguen en la misma posición que en la fase anterior pero el remo se va desplazando hacia arriba, con la abducción de los hombros y la extensión de las articulaciones de cadera, rodillas y tobillos.
- **Recuperación:** Fase desde que la pala sale del agua hasta que vuelve a pasar por la vertical, como bien se representa en la **Figura 6**. El deportista saca la pala del agua y la prepara para la siguiente palada. La mano inferior continúa tirando de la pala hacia atrás mientras que la mano superior la eleva. Una vez que la pala sale del agua, se puede llevar hacia adelante hasta llegar a la vertical. Las articulaciones se van extendiendo hasta volver a la posición inicial de semiflexión de rodillas y tobillos, con la cadera en posición neutra. Los hombros están en flexión manteniendo el remo perpendicular a la superficie del agua, con las manos en línea.
- **Preparación:** Fase de preparación del remo y el cuerpo para entrar en el agua, como vemos en la **Figura 7**. La mano superior debe sujetar la "T" del remo por encima de la altura de los hombros, mientras que la mano inferior debe sujetar la pértiga ligeramente adelantada a la mano superior. Las articulaciones de tobillos, rodillas y cadera se empiezan a flexionar para buscar clavar la pala del remo lo más lejos posible para así conseguir una palada amplia y eficiente.

Figura 1.*Fases de la remada*

1.3. Modalidades

Gracias a la evolución experimentada por el stand up paddle a lo largo de los años, han surgido diversas disciplinas que lo han convertido en uno de los deportes más versátiles. A pesar de que existen diferentes categorías como surf, foil, yoga, downwind y touring, en esta ocasión, nos centraremos en la modalidad federada de race, que se engloba dentro del alto rendimiento y es, en la actualidad, la disciplina más ampliamente difundida. Dentro de esta categoría encontramos subdisciplinas como carrera técnica, larga distancia y sprints (Bonnet, 2022).

En su tesis doctoral sobre la fisiología del palista de Stand Up Paddle, Castañeda Babarro (2021) analiza las diferentes modalidades de competición dentro del stand up paddle (SUP), entre las cuales se encuentran la SUP race y las olas. La primera modalidad se trata de completar una distancia en el menor tiempo posible, por lo que se lleva a cabo en mar abierto y es fundamental conocer el recorrido para elegir la mejor estrategia y técnica de remada en función de las condiciones existentes.

Dentro de la SUP race, se encuentra la carrera técnica de 4 a 6 km, con más giros en boyas y varias salidas a tierra, lo que la hace más técnica, las de larga distancia de 15 a 20 km, que también tienen porteos y giros en boya, pero un recorrido final mayor y la carrera de sprints que consiste en completar una distancia corta en el menor tiempo posible, generalmente en una pista acuática en línea recta. Estas carreras pueden ser de diferentes distancias, pero generalmente son más cortas que las carreras de distancia larga. Los participantes compiten en series de eliminación directa, y el primer competidor en cruzar la línea de meta avanza a la siguiente ronda.

Por otro lado, en la modalidad de olas, al igual que en el surf tradicional, se trata de coger olas y realizar maniobras con la mayor complejidad posible. Estas competiciones se llevan a cabo en series de 20 minutos (30 en las finales), en las que puntúan las mejores dos olas de cada competidor.

1.4. Equipamiento

Antes de abordar el problema y llevar a cabo la explicación de la investigación, es necesario explicar los elementos clave que componen la modalidad del paddle surf, y cómo afecta cada uno a la física de la remada.

El Remo

Es el elemento propulsor a través del cual ejerceremos y transmitiremos la fuerza necesaria para desplazarnos sobre el agua. Dependiendo de la modalidad practicada, existen distintos tipos de remo, la composición del cual puede ser aluminio, fibra o carbono. En cuanto a las partes que componen el remo tenemos:

- Pala: Parte que se sumerge en el agua y que da la propulsión al ofrecer la resistencia al agua.
- Pértiga: Mástil del remo por el que sujetamos el mismo.
- Cuello: Parte de unión entre la pértiga y la pala, zona donde podemos encontrar el ángulo de inclinación “pértiga-pala” de unos 10º -12º, según el material del que esté fabricado el remo.
- ” T”: Extremo donde termina el remo que nos proporciona mayor sujeción, ejerciendo mejor presión durante la remada.

Con relación al tipo de remo, encontramos tres clasificaciones:

- Remo de olas: Específico para paddle surf en olas. La pala tiene forma de gota de agua, y la pértiga suele ser más corta, esto facilita el cambio de manos, sustentación y el apoyo en el agua.
- Remo de power: La base de la pala es recta, esto hace que la remada sea muy potente, característico de aguas tranquilas y paddle olas de iniciación.
- Remo de larga distancia: Tiene una pala más estrecha y larga que le permite al deportista realizar la palada sin demasiada resistencia. Se utiliza en la modalidad de downwind u open race, es decir, en travesías de larga distancia.
- Remo regulable: Tiene una pestaña de donde se puede regular la distancia. Se utiliza en SUP de recreación, como podemos ver en la **Figura 8**.

Figura 8.
Remo regulable SPS



La Tabla

La tabla All Star, la cual aparece en la **Figura 9**, es la tabla más demandada del mercado a causa de los buenos resultados que han conseguido los riders que la han utilizado en las distintas competiciones. Las tablas de competición se caracterizan por su ligero peso que proporciona su construcción con materiales de carbono y otros de última tecnología, un nose (parte delantera de la tabla) estrecho que permite un mejor deslizamiento y un aumento de la aceleración que mejoran la hidrodinámica de la tabla.

Figura 9.

Tabla Starboard All Star 2023



La aleta o quilla, como es el ejemplo de la **Figura 10**, proporciona mayor estabilidad y rumbo a la tabla. Existen diferentes diseños dependiendo de las condiciones meteorológicas y las necesidades técnicas que persiga el deportista.

Figura 10.

Aleta de carbono Starboard



2. Procedimiento

El procedimiento de revisión se ha llevado a cabo en diversas fuentes científicas y educativas, incluyendo bases de datos, revistas y sitios web. Las bases de datos utilizadas han sido las siguientes:

- American Academy of Pediatrics (AAP)
- Google académico
- CID-UMH
- Pubmed

Durante los meses de marzo y mediados de abril, se llevó a cabo el procedimiento de revisión en varias webs, bases científicas y revistas mencionadas previamente. Se emplearon un total de 24 artículos de investigación, de los cuales 10 se utilizaron para la tabla. Además, se utilizaron 18 artículos para contextualizar el trabajo y desarrollar la propuesta de intervención.

El protocolo de búsqueda se enfocó en la base de datos de PubMed utilizando palabras clave como "paddle surf", "biomechanical", "biomechanical analysis", "technical gesture" y "kinematic analysis". Para aquellos artículos que no estaban disponibles para su descarga a través de PubMed, se obtuvieron a través de google académico.

Parte de los artículos utilizados para la contextualización y la propuesta de intervención no respetaban la totalidad de los criterios de inclusión, expuestos en la **Tabla 1**. Sin embargo, los artículos expuestos en la tabla del apartado de revisión bibliográfica sí cumplían por completo con los criterios de inclusión, los cuales se detallan a continuación.

Tabla 1.

Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
<ol style="list-style-type: none"> 1. Artículos que contemplen una intervención. 2. Artículos publicados en inglés o español. 3. Artículos publicados en los últimos 12 años. 4. Artículos que realicen el protocolo con análisis cinemático. 5. Artículos que hablen de deportes náuticos o cíclicos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Artículos que no sean de intervención. 2. Artículos que no realicen el protocolo con análisis cinemático. 3. Artículos que hablen de deportes no relacionados

3. Revisión Bibliográfica

AUTORES	AÑO	METODOLOGÍA	VARIABLES
Nessler JA, Ponce-Gonzalez JG	2019	Cámara EMG/8 Análisis Vicon	Actividad electromiográfica, gasto oxígeno, cadencia del remo, balanceo de la tabla
Yamakawa KK, Shimojo H	2022	Marcadores LED en 13 puntos corporales, dispositivos EMG, Venus 3D, 13 cámaras	Frecuencia y amplitud de patada, EMG extremidades y ángulo articular
Hochstein S, Blickhan R.	2011	No especifica la cámara	Frecuencia y amplitud de patada
Fleming N, Donne B	2012	Sistema de análisis de movimiento CODA dual CX1, marcadores LED infrarrojos	Ángulos articulares de muñeca, codo y hombro
Bertozzi F, Porcelli S	2022	Cámara plano sagital, 40 marcadores reflectantes	Ángulos articulares de tronco, cadera, rodilla y tobillo
Fernandes RA, Alacid F	2021	Cámara de vídeo y una unidad GPS-Acc	Posición, velocidad y aceleración del kayak
Fernández-Suárez,S.	2019	2 cámaras de vídeo y el software Kinovea 64 (versión 0.8.25), estadístico IBM SPSS	Ángulos articulares de tobillo, rodilla, ángulo de entrada, distancia entrada
Souza, R. B.	2016	2 cámaras de alta definición (120 Hz) Vista lateral y posterior	Ángulos de las articulaciones del tren inferior implicadas en la carrera
Schram B, Hing W	2016	Ergómetro SUP especializado (KayakPro SUPergo)	Fuerza isométrica central, la capacidad de equilibrio estático y dinámico
Löppönen A, Vääntinen T	2022	IMU de 9 ejes + sensor de presión	Fuerza máxima, media y frecuencia

4. Discusión

El paddle surf es un deporte en constante crecimiento y popularidad, sin embargo, existe una falta de evidencia científica sólida en relación con su análisis cinemático. A diferencia de ello, podemos encontrar numerosos artículos que abordan la biomecánica de deportes cíclicos que comparten características similares al paddle surf. Es crucial reconocer la importancia de implementar un protocolo de análisis biomecánico específico para realizar correctamente el gesto técnico en el paddle surf. Esto no solo contribuiría a mejorar el rendimiento del deportista, sino también a mantener su salud a largo plazo.

Se han realizado estudios que exploran las lesiones más comunes asociadas al paddle surf, como las lesiones en la articulación del hombro y en el cuadrado lumbar; efecto de la tensión elástica del ergómetro de kayak en la actividad electromiográfica de las extremidades superiores captado con imágenes 3D; análisis de la cinemática del movimiento en canoa mediante acelerometría; En otro estudio, se utilizó un sistema de marcadores LED y 14 cámaras para analizar el movimiento en el paddle surf. Esta técnica permitió capturar de manera precisa y detallada los diferentes patrones y ángulos de movimiento durante el gesto técnico. Por último, encontramos un estudio que habla de un sensor que mide las presiones ejercidas por el agua sobre la pala del remo de paddle surf.

A pesar de la limitada evidencia científica específica para el análisis cinemático del paddle surf, podemos beneficiarnos de los conocimientos y estudios existentes en deportes cíclicos relacionados. La aplicación de un enfoque biomecánico adecuado en el paddle surf podría proporcionar valiosos datos sobre la técnica correcta, la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento. Es necesario fomentar futuras investigaciones que se centren en el análisis cinemático y biomecánico del paddle surf para llenar el vacío actual de evidencia científica y promover un enfoque más seguro y eficiente en este deporte en constante crecimiento.

Es importante tener en cuenta que la implementación de dicho proyecto requeriría una serie de recursos materiales y económicos que, lamentablemente, no están actualmente a nuestro alcance. La realización de un proyecto de tal magnitud implicaría la adquisición de tecnologías avanzadas, como sistemas de captura de movimiento de alta precisión, equipos de electromiografía de última generación y herramientas para el análisis biomecánico detallado. Además, sería necesario contar con personal capacitado en el uso de estas tecnologías y en la interpretación de los resultados obtenidos.

En resumen, el objetivo principal de este trabajo es proporcionar un protocolo práctico y de fácil implementación que pueda ser aplicado directamente en el campo. La intención es desarrollar un protocolo que sea accesible y útil para los deportistas durante sus entrenamientos y competiciones. Este enfoque práctico permitirá una aplicación inmediata de las recomendaciones y técnicas propuestas, con el objetivo de mejorar el rendimiento y maximizar los resultados obtenidos por los deportistas del club. Al ser un protocolo diseñado para ser aplicado "a pie de campo", se enfatiza la importancia de que sea sencillo de comprender y ejecutar, lo que facilitará su integración en la rutina y práctica diaria de los deportistas. De esta manera, se busca ofrecer una herramienta efectiva que pueda ser implementada de manera eficiente por los deportistas del club Be Water Sports, sin la necesidad de recursos o equipos sofisticados.

5. Propuesta de Intervención

De cara a una futura intervención para desarrollar el núcleo de estudio de este trabajo fin de grado y con la intención de resolver la falta de un modelo teórico en el marco del paddle surf, emplearemos un estudio descriptivo transversal, en el cual a través del análisis biomecánico de los gestos técnicos filmados en los vídeos realizados a los deportistas de su técnica de remada y a través de cuestionarios, recogeremos los datos necesarios para definir la técnica en cada fase de la remada. Asimismo, examinaremos el impacto que la altura del remo tiene en la técnica de remada, y cómo esta podrá ser adaptada a las particularidades de cada deportista.

El estudio se realizará en el Club Be Water Sports ubicado en la calle Mar en Santa Pola (Alicante), municipio con una población de 36.174 en 2022 por el INE. Se encuentra a tan solo 20 minutos de la ciudad de Elche, y a 25 minutos de la ciudad de Alicante. Este pueblo tiene una longitud de 13 km de playa y quedan orientadas al sur, cosa que favorece la práctica del paddle surf, deporte base de esta escuela deportiva.

Los vídeos utilizados para el estudio se realizarán desde el espigón de la playa donde se localiza el club be water sports, a una distancia de 15 metros sobre los deportistas, con la cámara fija a un trípode de un metro de altura.

5.1. Muestra del estudio

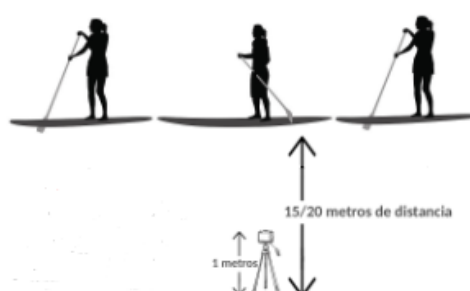
En el estudio participarán de forma voluntaria una muestra de 25 deportistas pertenecientes al club deportivo Be Water Sports de Santa Pola (9 mujeres y 16 hombres). Los criterios de inclusión de los participantes serán: al menos 2 años de experiencia en las competiciones autonómicas de stand up paddle, es decir, un nivel deportivo de competición (compiten a nivel local y autonómico) y élite (compiten a nivel nacional), y además, no se les permitirá tener lesiones u otros problemas que interfieran en su rendimiento.

5.2. Instrumental

Los vídeos necesarios para el análisis se realizarán con una cámara de modelo canon J2, objetivo de 15 a 30 mm, con un encuadre horizontal y con vista lateral del deportista como se aprecia en la **Figura 11**. La velocidad de filmación será de 400 fotogramas por segundo y la cantidad de píxeles de 640 de ancho y 240 de alto, con un coeficiente de relación de aspecto de 2,67.

Figura 11.

Características de la filmación



5.3. Procedimiento

Se proporcionará una exposición de motivos a los potenciales participantes, con el objetivo de proporcionarles información detallada acerca del estudio. Asimismo, se entregará un formulario de consentimiento a aquellos interesados en participar, a fin de garantizar la voluntariedad y la comprensión de los riesgos y beneficios asociados a su participación. También se les dará acceso al cronograma, expuesto a continuación en la **Figura 12**, con las fechas de las filmaciones que se realizarán en tres sesiones de entrenamiento. La primera en pretemporada el sábado 24 de febrero de 2024, la segunda el 11 de mayo, después del Campeonato de España de velocidad y la última a final de temporada el 21 de septiembre de 2024, semanas antes de la última fecha importante del año, el campeonato de España de sup race.

Figura 12.

Cronograma filmaciones temporada 2024



Antes de la primera sesión de grabación se realizará una lista con los nombres de los participantes y los datos como, por ejemplo: género, peso, altura, envergadura o la edad. Esta lista estará ordenada en orden alfabético para que sigan esa lista a la hora de realizar la medición. Otros datos que también tendremos en cuenta será el largo, la palanca de agarre y el ángulo del remo con respecto a la pértiga, en la **tabla 2** podemos ver un ejemplo de una tabla tipo que recoge los datos nombrados. Además, se elaborará una serie de ejercicios que ejecutarán los deportistas en la arena previo a cada sesión de grabación. Una vez llevado a cabo el calentamiento, los deportistas deberán realizar unas pruebas para obtener los siguientes datos: ritmo parcial en 1.000 y 3.000 metros, y contar las paladas realizadas en 200 metros. Estos datos serán fundamentales a la hora sacar la frecuencia y amplitud de remada de cada deportista. Los datos se reflejarían como en el ejemplo de la **Tabla 6**.

Cuando los deportistas realicen los test y completen el descanso deberán comenzar el protocolo de grabación junto a unas boyas perimetrales que marcarán la trayectoria por donde tendrán que pasar remando, dejando una distancia de 20 segundos entre compañeros, para no interrumpir en una misma grabación. Como hemos comentado anteriormente, la cámara se situará a la izquierda de los deportistas, ofreciendo una visión lateral de estos.

Se utiliza esta perspectiva porque resulta más efectiva a la hora de grabar todo el ciclo de palada y ver el ángulo de todos los segmentos corporales, de hecho, se les pedirá remar solo por el lado izquierdo de la tabla para conseguir una mejor visibilidad de todas las articulaciones implicadas en el movimiento que marcaríamos posteriormente con los puntos articulares. Los deportistas iniciarán la prueba desde la orilla remando a su máxima velocidad hasta llegar a la última boya perimetral. Se realizarán varias ejecuciones para calibrar de manera correcta la cámara y calcular los tiempos entre cada deportista. La duración del descanso vendrá determinada por el tiempo requerido para una recuperación total de los participantes.

En cuanto al análisis de las filmaciones se llevará a cabo por tres evaluadores a través de ordenadores Microsoft Windows 10 utilizando el software Kinovea 0.8.15 (disponible en www.kinovea.org) donde se digitalizará el movimiento de la palada.

A continuación, se detalla el funcionamiento del software Kinovea 0.8.15 para su mejor entendimiento:

Para utilizar este programa, se deben seguir los siguientes pasos: en el paso 1, se abre el vídeo seleccionado y se calibra la distancia y la velocidad, para poder tener una curva de velocidad en el análisis de la palada, será necesario calibrar la distancia de cada una de las tablas introduciendo una recta a lo largo de la tabla en cada fase final, ajustando la velocidad de filmación en la aplicación; en el paso 2, se selecciona el espacio de trabajo desplazando el botón azul de inicio y final de fotograma; en el paso 3, se elige la velocidad de reproducción deseada; en el paso 4, se introducen los elementos nombrados en la **Tabla 3** o ángulos corporales, ajustando dimensiones y colores, y se crean imágenes clave asociadas a momentos específicos, en nuestro caso, las seis fases de la palada; además, se pueden agregar elementos como el tiempo y el seguimiento de trayectorias, que se muestran en una barra de trabajo con un color diferenciado; en el paso 5, se realiza el seguimiento de trayectorias, haciendo clic derecho sobre el punto a seguir y finalizando la trayectoria cuando se desee; en el paso 6, se guardan las imágenes haciendo clic en el botón de la cámara de fotos; en el paso 7, se obtiene un resumen de imágenes acotando el espacio de trabajo, pudiendo modificar la cantidad de imágenes del resumen; para salir, se hace clic en la cruz dentro del área de la imagen; finalmente, en el paso 8, se pueden guardar los vídeos en diferentes formatos.

Después de llevar a cabo el análisis de los vídeos a través del software Kinovea, se exportarán los datos extraídos en (.xml), y en (.csv) para la velocidad relativa del análisis cinemático, para después pegar como hoja de cálculo en excel, a partir de la cual realizar un análisis estadístico descriptivo para todas las variables, calculando número y frecuencia para las variables cualitativas, y medias y desviaciones típicas para variables cuantitativas. Luego, se lleva a cabo un análisis de los resultados obtenidos para obtener un estudio cinemático que permite identificar el patrón del gesto del conjunto de la muestra, proporcionando valores angulares y rangos de movimiento precisos.

5.4. Variables

En este apartado explicaremos una serie de variables objeto de estudio del análisis biomecánico de la técnica de palada en el paddle surf, deporte cíclico de resistencia a la fuerza dónde el objetivo es conseguir el mayor rendimiento en el desplazamiento de la tabla:

En primer lugar, como vemos en la **Figura 13**, debemos clasificar los movimientos de la palada en propulsivos y no propulsivos. Los movimientos propulsivos son aquellos en los que la pala ejerce una fuerza sobre el agua que hace que la tabla se desplace (principio de acción-reacción).

Qué el remo esté en contacto con el agua no tiene por qué significar que el movimiento que se esté dando sea propulsivo. Las fases en las que se realiza este tipo de movimiento son las siguientes: agarre, tirón y empuje; siendo los no propulsivos: salida, recuperación y preparación.

A su vez, existen los movimientos aéreos y acuáticos. Los movimientos aéreos son aquellos en los que la pala del remo no está en contacto con el agua, y se producen durante las fases de recuperación y preparación. Por otro lado, los movimientos acuáticos abarcan todas las fases en las que la pala está en contacto con el agua, como el agarre, el tirón, el empuje y la salida.

Un aspecto crucial que considerar en el análisis de los movimientos cíclicos es el tiempo dedicado a cada fase, ya que esto nos proporciona información sobre la técnica empleada por el deportista. En el caso del paddle surf, se observa una tendencia general a invertir más tiempo en la fase de empuje, que es la fase más propulsiva y permite alcanzar una mayor velocidad en el desplazamiento de la tabla. Por lo tanto, la palada óptima será aquella en la que se emplee un tiempo significativo en las fases propulsivas, lo cual se traduce en una palada más potente, con la frecuencia y amplitud adecuadas, y menos tiempo en las fases aéreas. En la **tabla 4** vemos el desglose de las características de la palada en cada fase (duración, distancia y velocidad). Es crucial minimizar el tiempo dedicado a las fases aéreas, ya que son las que ocasionan una pérdida de velocidad en la tabla. Esta idea se refleja en el estudio experimental representado en la **Figura 14**, donde se presenta la gráfica con el porcentaje de tiempo empleado en cada una de las fases de la palada.

En relación con los momentos más propulsivos del movimiento de la palada en el paddle surf, en la gráfica de la **Figura 15**, en la que se describe la velocidad de la tabla en relación a las fases de la remada, se observa como la fase de empuje coincide con el momento de mayor aceleración de la tabla, momento en el que mayor fuerza se ejerce. En cambio, entre la fase de salida y recuperación se da el momento de menor aceleración de la tabla, coincidiendo con la fase aérea del ciclo de palada.

El remo es el elemento propulsor que más influencia va a tener en la técnica de remada de cada deportista. Sus características, en especial la altura va a tener una especial importancia en el rendimiento y salud del regatista.

En el paddle surf, se establece una altura estándar para el remo, que se basa en la altura del deportista y su envergadura. Se busca ajustar el remo a la altura de la muñeca cuando el brazo está estirado hacia arriba. Sin embargo, es importante destacar que esta práctica no cuenta con respaldo científico y no necesariamente se aplica en todas las situaciones. La longitud del remo puede variar dependiendo de los requisitos de cada competición, ya sea más corto o largo.

Es desaconsejable utilizar un remo demasiado corto, ya que esto obligará al deportista a inclinar más el tronco y someterá la zona lumbar de la espalda a una carga excesiva. Por otro lado, tampoco es recomendable utilizar un remo más largo de lo recomendado, ya que esto ejercerá una tensión excesiva en el hombro.

En las competiciones de corta distancia, los regatistas suelen optar por utilizar remos más cortos. Esto les permite aumentar la cadencia de palada y generar una mayor potencia en menos tiempo, lo que les ayuda a recorrer una mayor distancia en un período reducido. Por otro lado, en las competiciones de larga distancia, los deportistas priorizan una palada con mayor amplitud y una frecuencia constante. Esto les permite ejecutar un ciclo de palada más eficiente, optimizando así su rendimiento durante la competición, podemos ver el ejemplo en la **Figura 16**.

Cuando se trabaja en diferentes ángulos, es necesario utilizar las palancas de manera distinta y posiblemente aplicar la fuerza con intensidades y direcciones diversas. Esta variación se puede observar en los ángulos representados en la trayectoria del remo, como se muestra en la **Figura 18**. Estos ángulos pueden aumentar o disminuir según la antropometría del deportista y su relación con la altura del remo. Por ejemplo, un deportista con un remo más corto en comparación con su estatura se verá obligado a realizar una palada más corta, lo que resultará en un menor ángulo de ataque. Esto tendrá un impacto directo en la palada óptima del regatista, como se indica en la **Tabla 5**.

Cuando se utiliza un remo más corto de lo recomendado, se requiere realizar una palada más corta, lo que implica un ángulo de ataque reducido. En consecuencia, se deberá aumentar la frecuencia de las paladas y disminuir su amplitud. Esta situación afectará negativamente la eficacia de la palada, disminuyendo su rendimiento.

Al observar la **Figura 17**, podemos apreciar que el ciclo de palada involucra numerosas articulaciones, y es importante destacar que el comportamiento de cada una de ellas difiere en cada fase del movimiento. Como ya se ha mencionado anteriormente, es crucial tener en cuenta que las lesiones más comunes en este deporte tienden a concentrarse en la articulación del hombro y en la zona lumbar de la espalda. La articulación del hombro es especialmente vulnerable debido a la naturaleza repetitiva y exigente de los movimientos realizados durante la palada. Los movimientos de rotación y extensión del hombro, combinados con la aplicación de fuerza intensa, pueden generar tensiones y desequilibrios que aumentan el riesgo de lesiones. En cuanto a la parte baja de la espalda, también conocida como cuadro lumbar, sufre una carga considerable durante la palada. La repetición constante de flexión y extensión, combinada con la aplicación de fuerza y la necesidad de mantener una postura adecuada, puede someter a la zona lumbar a un estrés excesivo. Esto puede resultar en dolor, tensión muscular y, en casos más graves, lesiones lumbares.

El cabeceo de la tabla, que describe el movimiento de subida y bajada de la proa y popa de una embarcación, desempeña un papel crucial en la flotabilidad de esta. Es importante destacar que cuanto mayor sea la amplitud de este movimiento, mayores serán las implicaciones en términos de velocidad. Esto se debe a que a medida que la tabla oscila con mayor intensidad, el rozamiento con el agua aumenta considerablemente, lo cual afecta negativamente el deslizamiento fluido.

En consecuencia, el incremento en el rozamiento del agua tiene un impacto directo en la velocidad de la tabla. Cuanto más pronunciado sea el cabeceo, mayor será la resistencia que la embarcación experimentará, resultando en una disminución de su velocidad. Por lo tanto, se vuelve fundamental minimizar esta oscilación para lograr un desplazamiento eficiente en el agua.

La **Figura 19** ofrece una representación visual de las variaciones que ocurren en la tabla durante cada fase del ciclo de palada. Al examinar esta figura, podemos comprender de manera más precisa cómo el cabeceo afecta la forma en que la tabla interactúa con el agua en diferentes momentos de la palada. Esto proporciona una referencia valiosa para los deportistas y les permite ajustar su técnica en consecuencia, con el objetivo de optimizar su rendimiento y maximizar la eficacia de cada palada.

6. Referencias

- Bartlett, R.M. (1997). *Current issues in the mechanics of athletic activities*. A position paper. *Journal of Biomechanics*, 30, 477-486.
- Bertozi, F., Porcelli, S., Marzorati, M., Pilotto, A. M., Galli, M., Sforza, C., & Zago, M. (2022). *Whole-body kinematics during a simulated sprint in flat-water kayakers*. *European Journal of Sport Science*, 22(6), 817-825.
- Bonnef, F. (2022). *Stand up paddle tricktionary*. Tricktionary GmbH.
- Cali Armijo, M. V. (2016). *El análisis biomecánico en la ejecución de la barra fija en una serie gimnástica de la selección de gimnasia de la Federación Deportiva de Chimborazo* [Trabajo de Titulación, Maestría en Cultura Física y Entrenamiento Deportivo, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación]. Ambato, Ecuador.
- Castañeda-Babarro, A., Santos-Concejero, J., Viribay, A., Gutiérrez-Santamaría, B., & Mielgo-Ayuso, J. (2020). *The effect of different cadence on paddling gross efficiency and economy in stand-up paddle boarding*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4893.
- Castañeda Babarro, A. (2021). *Fisiología del palista de Stand Up Paddle: Antropometría, eficiencia y lesionabilidad* [Tesis doctoral, Programa de Doctorado Salud, discapacidad, dependencia y bienestar, Universidad de León].
- Fernandes, R. A., Alacid, F., Gomes, A. B., & Gomes, B. B. (2021). Validation of a global positioning system with accelerometer for canoe/kayak sprint kinematic analysis. *Sports Biomechanics*, 1-12.
- Fernández-Suárez, S., Iglesias-Fernández, N., & Salguero, A. (2019). *Análisis cinemático de la salida en natación: una propuesta de mejora a través del 'XPLOBLOCK SFS'*. RIAA. *Revista de Investigación en Actividades Acuáticas*, 3(6), 73-79.
- Fleming, N., Donne, B., & Fletcher, D. (2012). *Effect of kayak ergometer elastic tension on upper limb EMG activity and 3D kinematics*. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(3), 430-437. PMID: 24149350; PMCID: PMC3737938.
- Furness, J., Schram, B., Cottman-Fields, T., Solia, B., & Secomb, J. (2018). *Profiling shoulder strength in competitive surfers*. *Sports*, 6(2), 52. PMID: 29910356; PMCID: PMC6027550.
- Furness, J., Olorunnife, O., Schram, B., Climstein, M., & Hing, W. (2017). *Epidemiology of injuries in stand-up paddle boarding*. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(6), 2325967117710759. PMID: 28638840; PMCID: PMC5472235.

- Guanín Castillo, Vicky Soledad. (2020). *Entrenamiento propioceptivo para mejorar el gesto técnico individual de los futbolistas del club juvenil Agropac*. (Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magíster en Entrenamiento Deportivo, Maestría en Entrenamiento Deportivo, Centro de Posgrados, Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.
- Gutierrez Davila, M. (2007). *Biomecánica Deportiva*. Madrid: Paidotribo
- Griffin, A. R., Perriman, D. M., Neeman, T. M., & Smith, P. N. (2020). *Musculoskeletal Injury in Paddle Sport Athletes*. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(1), 67-75. doi: 10.1097/JSM.0000000000000565. PMID: 29781908.
- Ho'enalu. (2021). *Origen y evolución del Stand Up Paddle (SUP)*. Recuperado el 9 de mayo de 2023, de https://hoenalu.com/es/sup-blog/sup-general/origen-evolucion-standup-paddle-sup?&utm_campaign=&utm_term=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&ctf_src=x&ctf_net=adwords&ctf_mt=&ctf_grp=&ctf_ver=1&ctf_cam=17865191725&ctf_kw=&ctf_acc=7430315576&ctf_ad=&ctf_tgt=&gclid=CjwKCAjw3ueiBhBmEiwA4Bhspl-DNhZvCnOvZGhf8Cj0ZDxx96zWRXiG8oQ_sR5RByTb44k4nm6pHhoChg0QAvD_BwE
- Hochstein, S., & Blickhan, R. (2011). *Vortex re-capturing and kinematics in human underwater undulatory swimming*. *Human Movement Science*, 30(5), 998-1007.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (s.f.). JaxiT3: Datos. Recuperado el 25 de mayo de 2023, de <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2856>
- International Surfing Association. (s. f.). About ISA. Recuperado de <https://isasurf.org/about-isa/>
- Langenberg, L. C., Vieira Lima, G., Heitkamp, S. E., Kemps, F. L. A. M., Jones, M. S., Moreira, M. A. A. G., & Eygendaal, D. (2021). *The surfer's shoulder: A systematic review of current literature and potential pathophysiological explanations of chronic shoulder complaints in wave surfers*. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 2. PMID: 33409808; PMCID: PMC7788157.
- Löppönen, A., Vääntinen, T., Haverinen, M., & Linnamo, V. (2022). *The effect of paddle stroke variables measured by Traineseense SmartPaddle® on the velocity of the kayak*. *Sensors*, 22(3), 938. PMID: 35161684; PMCID: PMC8840261.
- Nelson, R.C. (1973). *Biomechanics of sport*. En S. Cerquiglini, A. Venerando y J. Wartenweiler (eds.), *Biomechanics III* (pp. 336-341). Basel: Karger.
- Nessler, J. A., Ponce-Gonzalez, J. G., Robles-Rodriguez, C., Furr, H., Warner, M., & Newcomer, S. C. (2019). *Electromyographic analysis of the surf paddling stroke across multiple intensities*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(4), 1102-1110.

- RFEPTV. (2020, mayo 7). *La técnica de canoa con Marcel Glavan y Germán García* [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=q6YnKtADep0&t=857s>
- Ruess, C., Kristen, K., Eckelt, M., Mally, F., Litzenberger, S., & Sabó, A. (2013). *Stand up paddle surfing-an aerobic workout and balance training*. *Procedia Engineering*, 60, 62-66.
- Schram, B., Hing, W., & Climstein, M. (2016). *Laboratory-and field-based assessment of maximal aerobic power of elite stand-up paddle-board athletes*. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 28-32. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0076>
- Schram, B. L., Hing, W. A., Climstein, M., & Furness, J. W. (2017). *A performance analysis of a stand-up paddle board marathon race*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1552-1556. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001707>. PMID: 28538304.
- Schram, B., Hing, W., & Climstein, M. (2016). *Profiling the sport of stand-up paddle boarding*. *Journal of Sports Science*, 34(10), 937-944. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1079331>. PMID: 26289320.
- Schram, B., Hing, W., & Climstein, M. (2016). *The physiological, musculoskeletal and psychological effects of stand up paddle boarding*. *BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation*, 8, 32. <https://doi.org/10.1186/s13102-016-0057-6>. PMID: 27766157; PMCID: PMC5057214.
- Souza, R. B. (2016). *An evidence-based videotaped running biomechanics analysis*. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 27(1), 217-236. doi:10.1016/j.pmr.2015.08.006
- Starboard SUP. (2023). *2023 All Star*. Recuperado el 29 de abril de 2023, de <https://sup.starboard.com/products/2023-all-star/>
- STT Systems. (2023). *Qué es y para qué sirve el análisis biomecánico*. Recuperado el 29 de abril de 2023, de <https://www.stt-systems.com/analisis-biomecanico/>
- Supyogacamp. (2023). *Orígenes del SUP*. Recuperado el 29 de abril de 2023, de <https://www.supyogacamp.com/blog/origenes-del-sup>
- The Outdoor Foundation. (2015). *Special Report on Paddlesports*. Washington, DC: The Coleman Company.
- Universidad VIU. (s.f.). *Biomecánica deportiva: métodos y funciones*. Recuperado de <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/biomecanica-deportiva-metodos-y-funciones>
- Veiga, S., Lorenzo, J., Trinidad, A., Pla, R., Fallas-Campos, A., & de la Rubia, A. (2022). *Kinematic analysis of the underwater undulatory swimming cycle: A systematic and synthetic review*.
- International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12196. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912196>. PMID: 36231498; PMCID: PMC9566274.

World SUP Festival. (s. f.). Home. Recuperado de <https://worldsupfestival.com/>

Yamakawa, K. K., Shimojo, H., Takagi, H., & Sengoku, Y. (2022). *Changes in kinematics and muscle activity with increasing velocity during underwater undulatory swimming*. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 829618. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.829618>. PMID: 35498520; PMCID: PMC9051435.



7. Tablas

Tabla 2.

Ejemplo de tabla con los datos de las características del deportista, de la tabla y del remo

DATOS	GÉNERO	PESO	ALTURA	EMBER.	EDAD	F.NAC
	H	91	183	186	33	11/4/90

RITMOS	T.ANA	P.ANA	T.VAM	P.VAM	T.AER	PAER
	04:25	65 ppm	05:57	61 ppm	06:12	55 ppm

**Ritmo parcial 1000m y paladas en 200m (Anaeróbico), 1000m (VAM) y 3000m (aeróbico)*

TABLA	MARCA T	LARGO T	ANCHO T	ALTURA T	PESO T	LITROS T
	Starboard	14	21		11	5

REMO	MARCA R	LARGO R	AGARRE R	ÁNGULO R	PALA R	DUREZA
	QB	191	89	15	67	8

Tabla 3.

Marcadores biomecánicos de los segmentos corporales

Angulo Ataque Remo
Flexión remo
Inclación Cabeza
Inclinación Tronco
Flexión Cervical
Flexión Columna Dorsal
Flexión Columna Dorsal/Lumbar
Flexión Columna Lumbar
Flexión Codo Dcho
Flexión Codo Izq
Muñeca - Puño
Muñeca - Agarre
Inclinación Hombro Dcho
Inclinación Hombro Izq
Flexión Rodilla Dcha
Flexión Rodilla Izq
Inclinación Muslo Dcho
Inclinación Muslo Izq
Inclinación Tibia Dcho
Inclinación Tibia Izq

Tabla 4.
Desglose de las características de las fases de la palada

FASE	Duración	Dist.	Velocidad	% Duración
Entrada	0,070 s	25 cm	3,54 m/s	10,6%
Tirón	0,108 s	40 cm	3,76 m/s	16,3%
Empuje	0,180 s	78 cm	4,31 m/s	27,3%
Salida	0,118 s	41 cm	3,49 m/s	17,8%
Recuperación	0,088 s	30 cm	3,45 m/s	13,3%
Preparación	0,098 s	33 cm	3,37 m/s	14,8%
Total	0,660 s	247 cm	3,7 m/s	100,0%

Tabla 5.
Ejemplo de frecuencia y amplitud de la palada

m/s	km/h	LAP 1000	100 ppm	98 ppm	97 ppm	95 ppm	94 ppm	92 ppm	91 ppm	88 ppm	86 ppm	83 ppm	81 ppm	79 ppm	77 ppm	75 ppm	73 ppm
4,24 m/s	15,3 k/h	3'55"	2,54	2,59	2,63	2,67	2,71	2,76	2,80	2,88	2,97	3,05	3,14	3,22	3,31	3,39	3,48
4,19 m/s	15,1 k/h	3'58"	2,51	2,56	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,85	2,93	3,02	3,10	3,19	3,27	3,35	3,44
4,14 m/s	14,9 k/h	4'1"	2,48	2,53	2,57	2,61	2,65	2,69	2,73	2,82	2,90	2,98	3,06	3,15	3,23	3,31	3,40
4,09 m/s	14,7 k/h	4'4"	2,45	2,50	2,54	2,58	2,62	2,66	2,70	2,78	2,86	2,95	3,03	3,11	3,19	3,27	3,36
4,04 m/s	14,5 k/h	4'7"	2,42	2,47	2,51	2,55	2,59	2,63	2,67	2,75	2,83	2,91	2,99	3,07	3,15	3,23	3,31
3,99 m/s	14,4 k/h	4'10"	2,39	2,43	2,47	2,51	2,55	2,59	2,63	2,71	2,79	2,87	2,95	3,03	3,11	3,19	3,27
3,94 m/s	14,2 k/h	4'13"	2,36	2,40	2,44	2,48	2,52	2,56	2,60	2,68	2,76	2,84	2,92	3,00	3,07	3,15	3,23
3,89 m/s	14,0 k/h	4'16"	2,33	2,37	2,41	2,45	2,49	2,53	2,57	2,65	2,72	2,80	2,88	2,96	3,04	3,11	3,19
3,84 m/s	13,8 k/h	4'20"	2,30	2,34	2,38	2,42	2,46	2,50	2,54	2,61	2,69	2,77	2,84	2,92	3,00	3,07	3,15
3,79 m/s	13,6 k/h	4'24"	2,27	2,31	2,35	2,39	2,43	2,46	2,50	2,58	2,65	2,73	2,81	2,88	2,96	3,03	3,11
3,74 m/s	13,5 k/h	4'27"	2,24	2,28	2,32	2,36	2,39	2,43	2,47	2,54	2,62	2,69	2,77	2,84	2,92	2,99	3,07
3,69 m/s	13,3 k/h	4'30"	2,21	2,25	2,29	2,33	2,36	2,40	2,44	2,51	2,58	2,66	2,73	2,81	2,88	2,95	3,03
3,64 m/s	13,1 k/h	4'34"	2,18	2,22	2,26	2,29	2,33	2,37	2,40	2,48	2,55	2,62	2,69	2,77	2,84	2,91	2,99
3,59 m/s	12,9 k/h	4'38"	2,15	2,19	2,23	2,26	2,30	2,33	2,37	2,44	2,51	2,59	2,66	2,73	2,80	2,87	2,95
3,54 m/s	12,7 k/h	4'42"	2,12	2,16	2,20	2,23	2,27	2,30	2,34	2,41	2,48	2,55	2,62	2,69	2,76	2,83	2,90
3,49 m/s	12,6 k/h	4'46"	2,09	2,13	2,16	2,20	2,23	2,27	2,30	2,37	2,44	2,51	2,58	2,65	2,72	2,79	2,86
3,44 m/s	12,4 k/h	4'50"	2,06	2,10	2,13	2,17	2,20	2,24	2,27	2,34	2,41	2,48	2,55	2,62	2,68	2,75	2,82
3,39 m/s	12,2 k/h	4'54"	2,03	2,07	2,10	2,14	2,17	2,20	2,24	2,31	2,37	2,44	2,51	2,58	2,65	2,71	2,78
3,34 m/s	12,0 k/h	4'59"	2,00	2,04	2,07	2,11	2,14	2,17	2,21	2,27	2,34	2,41	2,47	2,54	2,61	2,67	2,74
3,29 m/s	11,8 k/h	5'3"	1,97	2,01	2,04	2,07	2,11	2,14	2,17	2,24	2,30	2,37	2,44	2,50	2,57	2,63	2,70
3,24 m/s	11,7 k/h	5'8"	1,94	1,98	2,01	2,04	2,07	2,11	2,14	2,20	2,27	2,33	2,40	2,46	2,53	2,59	2,66
3,19 m/s	11,5 k/h	5'13"	1,91	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,11	2,17	2,23	2,30	2,36	2,43	2,49	2,55	2,62
3,14 m/s	11,3 k/h	5'18"	1,88	1,92	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,14	2,20	2,26	2,32	2,39	2,45	2,51	2,58
3,09 m/s	11,1 k/h	5'23"	1,85	1,89	1,92	1,95	1,98	2,01	2,04	2,10	2,16	2,23	2,29	2,35	2,41	2,47	2,54
3,04 m/s	10,9 k/h	5'28"	1,82	1,86	1,89	1,92	1,95	1,98	2,01	2,07	2,13	2,19	2,25	2,31	2,37	2,43	2,49
2,99 m/s	10,8 k/h	5'34"	1,79	1,82	1,85	1,88	1,91	1,94	1,97	2,03	2,09	2,15	2,21	2,27	2,33	2,39	2,45
2,94 m/s	10,6 k/h	5'40"	1,76	1,79	1,82	1,85	1,88	1,91	1,94	2,00	2,06	2,12	2,18	2,24	2,29	2,35	2,41
2,89 m/s	10,4 k/h	5'45"	1,73	1,76	1,79	1,82	1,85	1,88	1,91	1,97	2,02	2,08	2,14	2,20	2,26	2,31	2,37
2,84 m/s	10,2 k/h	5'52"	1,70	1,73	1,76	1,79	1,82	1,85	1,88	1,93	1,99	2,05	2,10	2,16	2,22	2,27	2,33
2,79 m/s	10,0 k/h	5'58"	1,67	1,70	1,73	1,76	1,79	1,81	1,84	1,90	1,95	2,01	2,07	2,12	2,18	2,23	2,29
2,74 m/s	9,9 k/h	6'4"	1,64	1,67	1,70	1,73	1,75	1,78	1,81	1,86	1,92	1,97	2,03	2,08	2,14	2,19	2,25
2,69 m/s	9,7 k/h	6'11"	1,61	1,64	1,67	1,70	1,72	1,75	1,78	1,83	1,88	1,94	1,99	2,05	2,10	2,15	2,21

Tabla 6.

Ejemplo de tabla de tiempos de entrenamiento según distancia y velocidad

Seg / 1000m	Parcial 1000m	Km/h	50	100	150	200	300	600	1000	1500	3000
240	4'00	15,0	0'12"	0'24"	0'36"	0'48"	1'12"	2'24"	4'00"	6'00"	12'00"
250	4'10	14,4	0'13"	0'25"	0'38"	0'50"	1'15"	2'30"	4'10"	6'15"	12'30"
260	4'20	13,8	0'13"	0'26"	0'39"	0'52"	1'18"	2'36"	4'20"	6'30"	13'00"
270	4'30	13,3	0'14"	0'27"	0'41"	0'54"	1'21"	2'42"	4'30"	6'45"	13'30"
280	4'40	12,9	0'14"	0'28"	0'42"	0'56"	1'24"	2'48"	4'40"	7'00"	14'00"
290	4'50	12,4	0'15"	0'29"	0'44"	0'58"	1'27"	2'54"	4'50"	7'15"	14'30"
300	5'00	12,0	0'15"	0'30"	0'45"	1'00"	1'30"	3'00"	5'00"	7'30"	15'00"
310	5'10	11,6	0'16"	0'31"	0'47"	1'03"	1'33"	3'06"	5'10"	7'45"	15'30"
320	5'20	11,3	0'16"	0'32"	0'48"	1'04"	1'36"	3'12"	5'20"	8'00"	16'00"
330	5'30	10,9	0'17"	0'33"	0'50"	1'06"	1'39"	3'18"	5'30"	8'15"	16'30"
340	5'40	10,6	0'17"	0'34"	0'51"	1'08"	1'42"	3'24"	5'40"	8'30"	17'00"
350	5'50	10,3	0'18"	0'35"	0'53"	1'10"	1'45"	3'30"	5'50"	8'45"	17'30"
360	6'00	10,0	0'18"	0'36"	0'54"	1'12"	1'48"	3'36"	6'00"	9'00"	18'00"
370	6'10	9,7	0'19"	0'37"	0'56"	1'14"	1'51"	3'42"	6'10"	9'15"	18'30"
380	6'20	9,5	0'19"	0'38"	0'57"	1'16"	1'54"	3'48"	6'20"	9'30"	19'00"
390	6'30	9,2	0'20"	0'39"	0'59"	1'18"	1'57"	3'54"	6'30"	9'45"	19'30"
400	6'40	9,0	0'20"	0'40"	1'00"	1'20"	2'00"	4'00"	6'40"	10'00"	20'00"
410	6'50	8,8	0'21"	0'41"	1'02"	1'22"	2'03"	4'06"	6'50"	10'15"	20'30"
420	7'00	8,6	0'21"	0'42"	1'03"	1'24"	2'06"	4'12"	7'00"	10'30"	21'00"
430	7'10	8,4	0'22"	0'43"	1'05"	1'26"	2'09"	4'18"	7'10"	10'45"	21'30"
440	7'20	8,2	0'22"	0'44"	1'06"	1'28"	2'12"	4'24"	7'20"	11'00"	22'00"
450	7'30	8,0	0'23"	0'45"	1'08"	1'30"	2'15"	4'30"	7'30"	11'15"	22'30"
460	7'40	7,8	0'23"	0'46"	1'09"	1'32"	2'18"	4'36"	7'40"	11'30"	23'00"
470	7'50	7,7	0'24"	0'47"	1'11"	1'34"	2'21"	4'42"	7'50"	11'45"	23'30"
480	8'00	7,5	0'24"	0'48"	1'12"	1'36"	2'24"	4'48"	8'00"	12'00"	24'00"
490	8'10	7,3	0'25"	0'49"	1'14"	1'38"	2'27"	4'54"	8'10"	12'15"	24'30"
500	8'20	7,2	0'25"	0'50"	1'15"	1'40"	2'30"	5'00"	8'20"	12'30"	25'00"
510	8'30	7,1	0'26"	0'51"	1'17"	1'42"	2'33"	5'06"	8'30"	12'45"	25'30"

8. Figuras

Figura 2.

Fase de agarre en el ciclo de palada en paddle surf

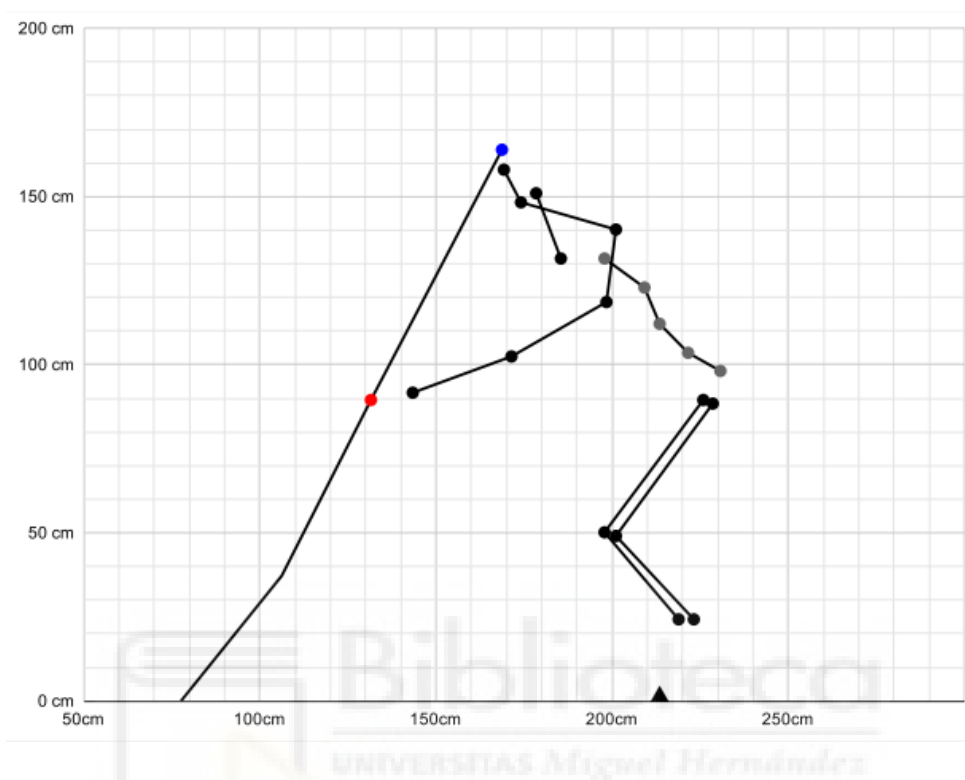


Figura 3.

Fase de tirón en el ciclo de palada en paddle surf

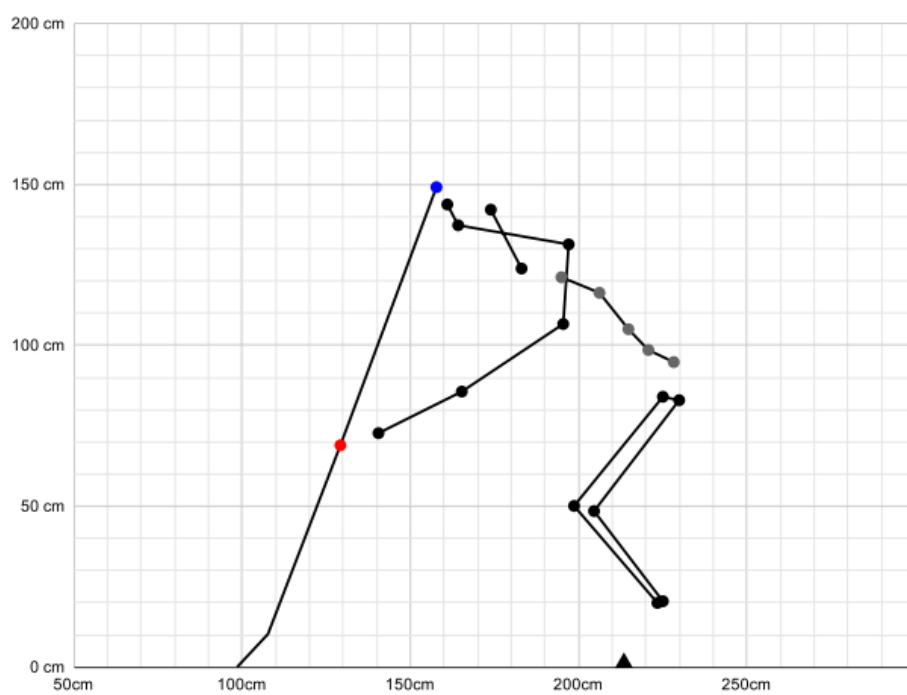


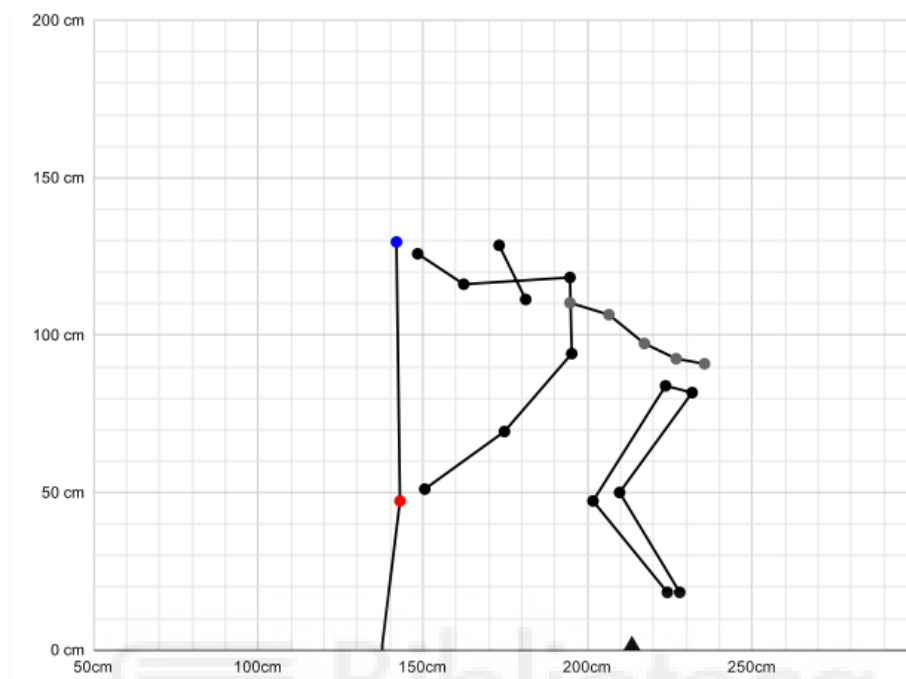
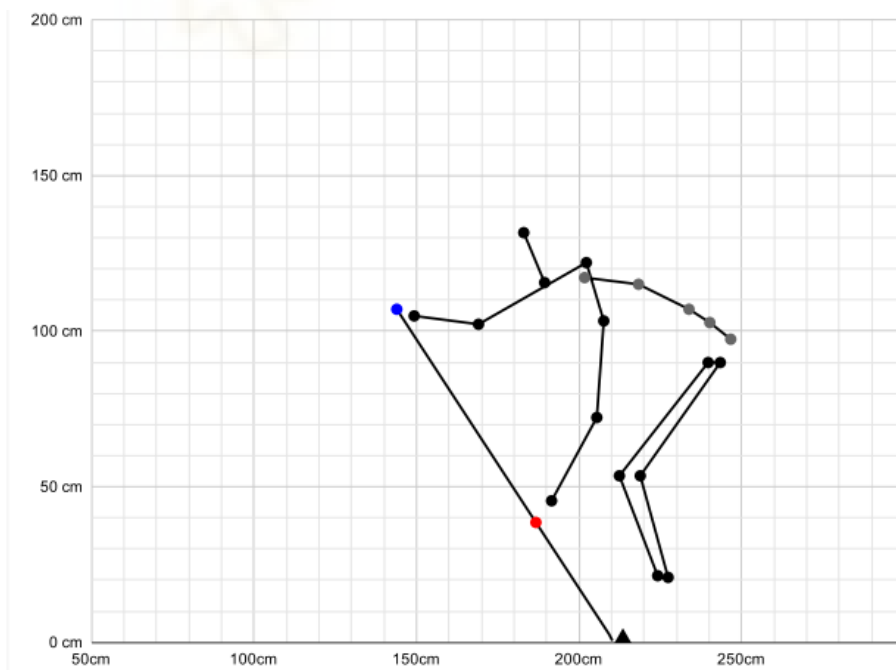
Figura 4.*Fase de empuje en el ciclo de palada en paddle surf***Figura 5.***Fase de salida del ciclo de palada en paddle surf*

Figura 6.
Fase de recuperación del ciclo de palada en paddle surf

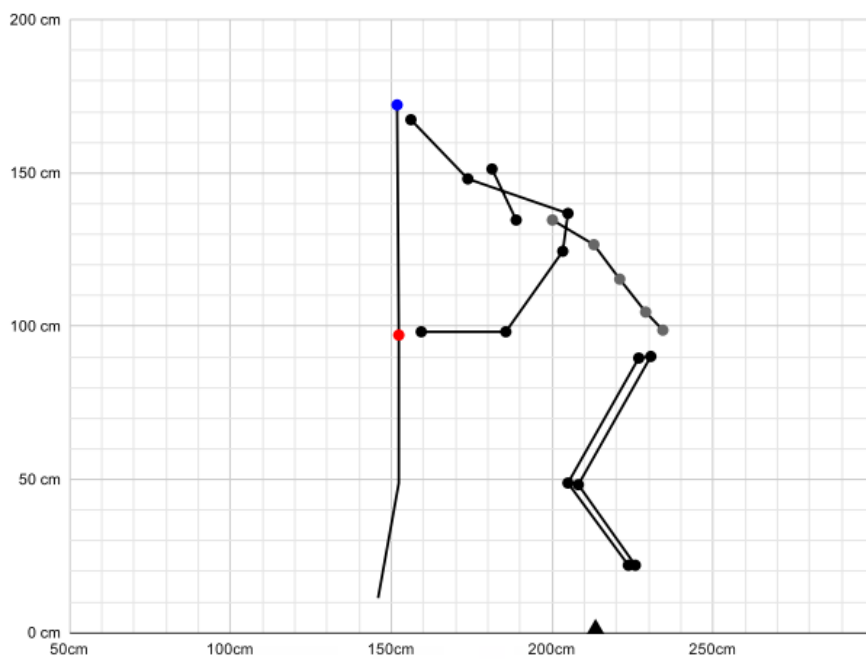


Figura 7.
Fase de preparación del ciclo de palada en paddle surf

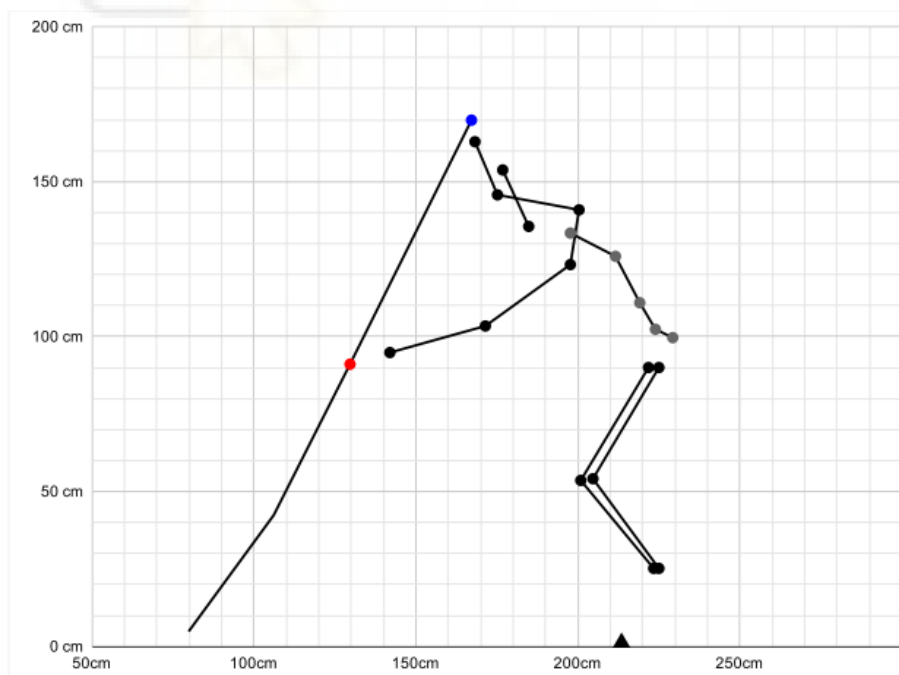


Figura 13.

Gráfico de porcentaje de los tiempos de duración de los movimientos propulsivos/no propulsivos y aéreos/acuáticos

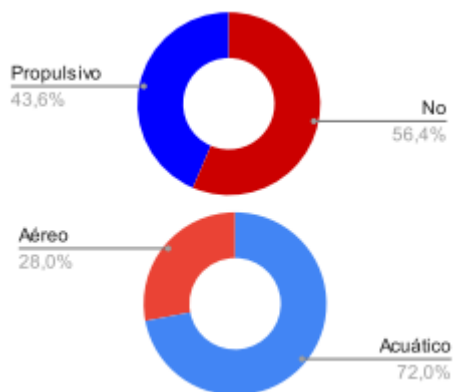


Figura 14.

Gráfico comparativo de los tiempos de duración de cada una de las fases

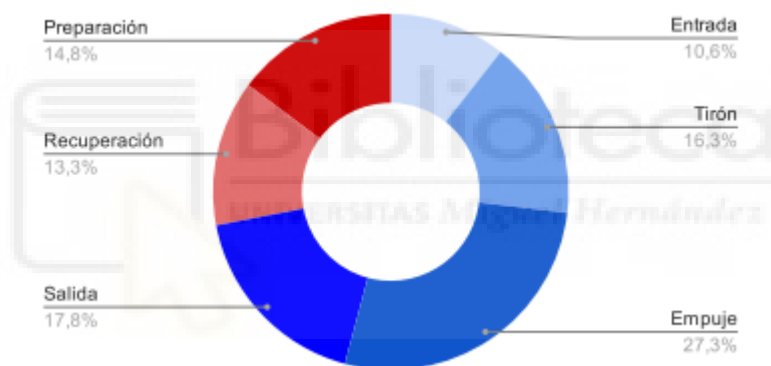


Figura 15.

Gráfica de la velocidad de la tabla dividida por fases

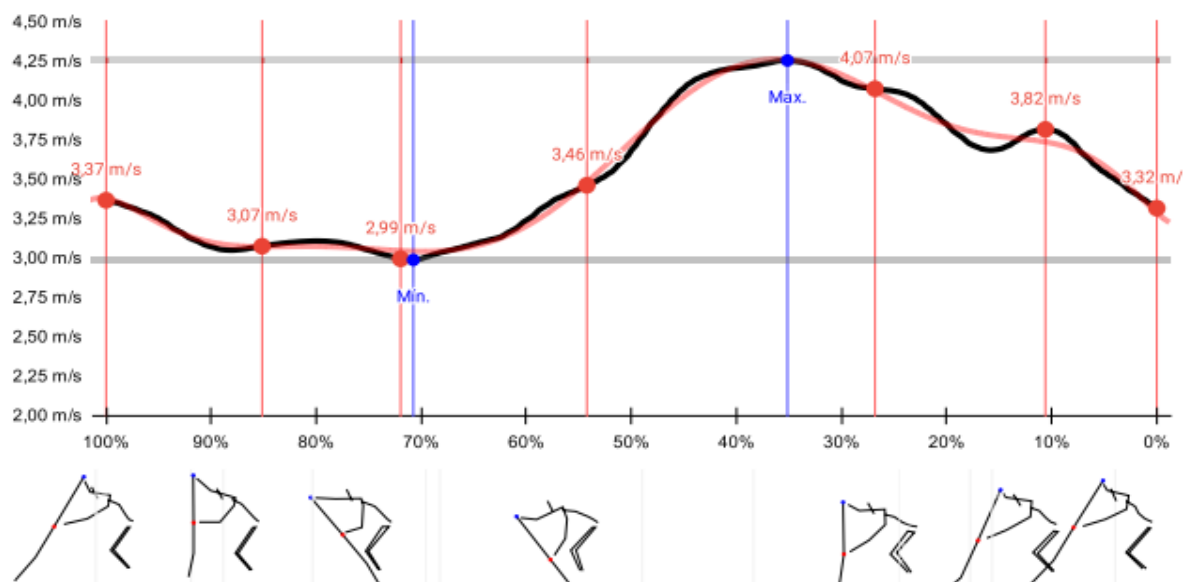


Figura 16.
Secuencia completa de la palada

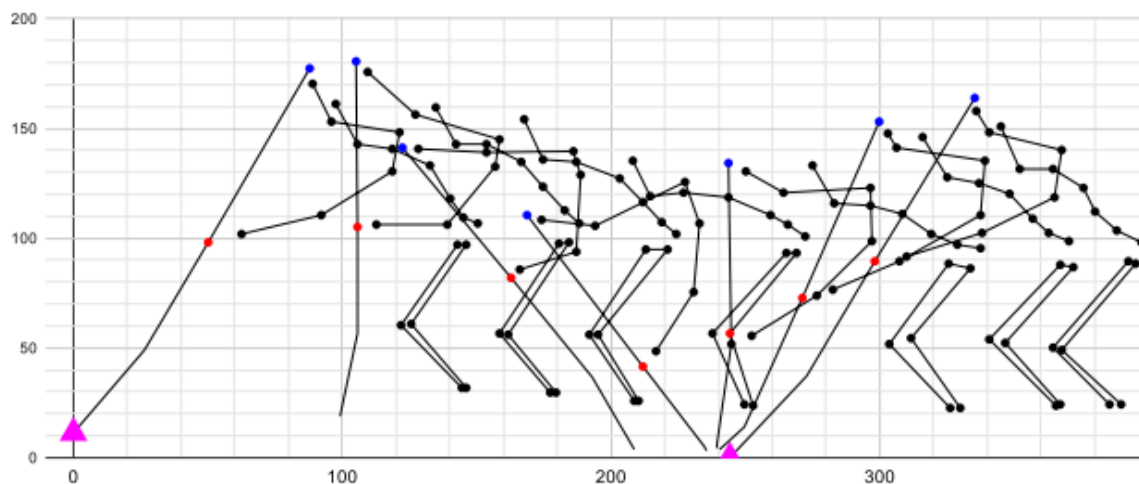


Figura 17.
Comparativa de ángulos en cada fase de la palada

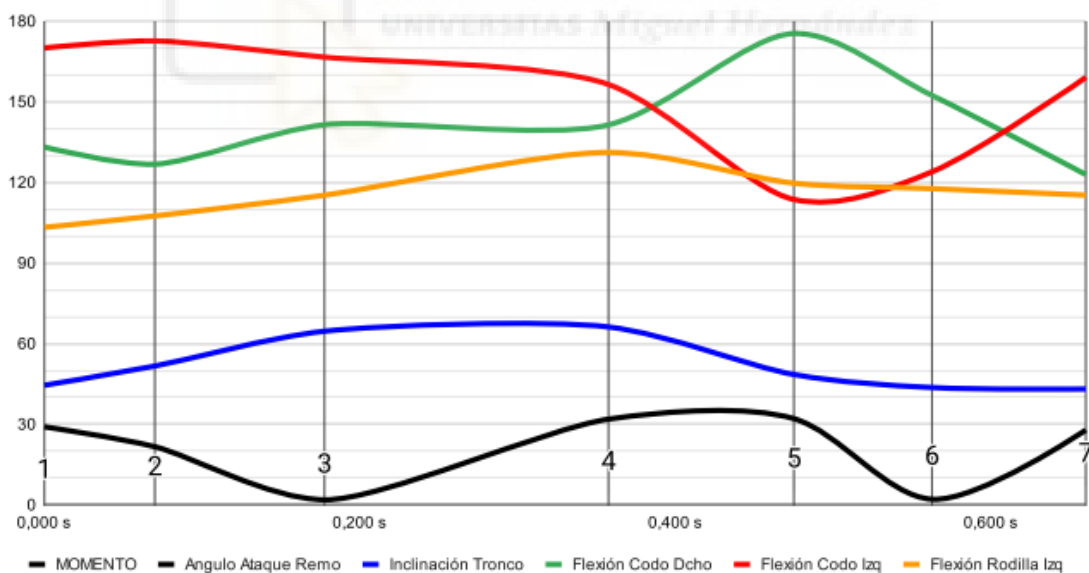
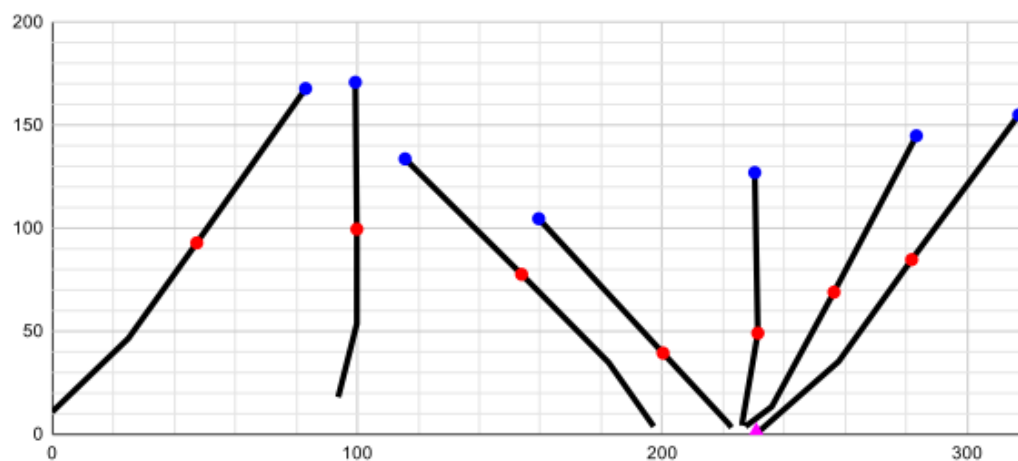


Figura 18.*Posición y ángulo del remo en cada fase de la palada***Figura 19.***Cabeceo de la tabla de paddle surf*