



**Universidad**  
Zaragoza

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO POLARIZADO VS ENTRENAMIENTO  
TRADICIONAL EN EL TEST DE FTP EN CICLISMO**

---

**EFFECTS OF POLARIZED TRAINING VS TRADITIONAL TRAINING IN THE FTP  
TEST IN CYCLING**

TRABAJO FIN DE GRADO

Alumno: Antonio Montón García

Tutora: Marta Rapún

Titulación: Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Huesca, 2021

## ÍNDICE

1. RESUMEN / ABSTRACT .....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	6
3. MARCO TEÓRICO.....	8
5. OBJETIVOS .....	13
6. HIPÓTESIS.....	14
7. MATERIAL Y MÉTODOS .....	15
7.1. Población del estudio .....	15
7.2. Diseño del estudio.....	17
7.3. Fases del estudio .....	29
7.4. Variables.....	29
7.5. Instrumentos utilizados y protocolos.....	30
8. RESULTADOS .....	31
8.1. Entrenamiento Tradicional.....	32
8.2. Entrenamiento Polarizado .....	33
9. DISCUSIÓN.....	35
10. CONCLUSIÓN .....	39
11. PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN .....	40
12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	41
13. AGRADECIMIENTO .....	42
14. BIBLIOGRAFÍA.....	43
15. ANEXOS .....	48
15.1. Anexo I. Encuesta inicial.....	48
15.2. Anexo II. Consentimiento informado.....	2

## 1. RESUMEN / ABSTRACT

Hace años que se cambió la metodología de trabajo que se realizaba en el campo del entrenamiento de deportistas de resistencia, se ha pasado de realizar mucho volumen de trabajo sin casi planificación a realizar una planificación adecuada para llegar al día objetivo en la mejor forma. Siete ciclistas de nivel medio han realizado dos tipos de planificación diferentes, cuatro de ellos realizaron una metodología tradicional en la que se acumula tiempo de trabajo en todas las zonas de potencia y tres realizaron una planificación polarizada en la que únicamente se trabajaron las zonas más altas y las más bajas. Como otros autores habían señalado con anterioridad, los deportistas con más nivel obtuvieron una mayor mejora con el entrenamiento polarizado y los deportistas que no tenían tanto nivel mejoraron con la metodología tradicional. Los resultados demostraron que todos los sujetos mejoraron, pero los que más lo hicieron fueron los integrantes del grupo de entrenamiento tradicional.

**PALABRAS CLAVE:** entrenamiento tradicional, entrenamiento polarizado, vatios, umbral de potencia funcional (UPF), test, carga de entrenamiento.

### ABSTRACT

Some years ago, the training methodology made in the field of the training of resistance athletes has changed from doing a lot of workload without almost planning to carrying out adequate planning to reach the target day in the best shape.

Seven mid-level cyclists have carried out two different kind of planning, four of them followed a traditional methodology in which working time accumulates in all power zones, and three of them carried out a polarised planning in which only the highest and lowest areas were worked on.

As other authors had previously pointed out, athletes with a higher level obtained a greater improvement with polarized training and athletes who did not have such a level improved with traditional methodology. The results showed that all the subjects

improved, but those who did the most were the members of the traditional training group.

KEY WORDS: traditional training, polarized training, vatios, functional threshold power, test, training load.

## LISTADO DE ABREVIATURAS

“ET” – “Entrenamiento Tradicional”

“EP” – “Entrenamiento Polarizado”

FTP – Funtional Threshold Power

UFP – Umbral Funcional de Potencia

W – Vatios

TP – Training Peaks

## 2. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años atrás, en el ciclismo la metodología de entrenamiento se basaba en hacer tantas horas como uno fuera capaz de hacer. Las competiciones no importantes eran las que hacían que los ciclistas fueran cogiendo la forma hasta llegar a su objetivo prioritario de la temporada. En la actualidad, existen muchas metodologías de entrenamiento que hacen que los ciclistas disputen las carreras desde el inicio de temporada hasta el final. Gracias a estos métodos de trabajo el ciclista entrena de manera diferente a lo que lo hacían sus antepasados para poder estar en plenitud de forma el día que ellos lo deciden.

Hoy por hoy, los entrenadores tienen muchas herramientas para poder prescribir al ciclista exactamente lo que necesita para su prueba objetivo. Ciertamente es que todavía existen pruebas de distinto nivel de importancia para los corredores, pero estos deportistas de resistencia portentosa mantienen un nivel muy elevado durante la gran parte del año. Una de las herramientas que ha facilitado todo este trabajo es el uso del potenciómetro, mejor dicho, la disminución del precio por el que una persona no profesional puede adquirir esta herramienta. Gracias a ello, un ciclista amateur puede asemejar mucho su entrenamiento al de un profesional, si dicho ciclista lo desea.

Hace no tantos años, el ciclista popular no se planteaba invertir su dinero en herramientas como el potenciómetro o ni mucho menos en contratar un entrenador personal para estructurar sus entrenamientos o hacer que su estado de forma sea el idóneo en su marcha favorita o en la época del año en el que él quería estar más en forma. Esto se debía a que como para entrenar, únicamente se realizaban muchos kilómetros y muchas horas, no veían necesario ni usar el potenciómetro ni contratar a un entrenador personal.

Actualmente, muchos de estos ciclistas ya cuentan con herramientas como el potenciómetro. En el momento que realizan la adquisición de esta herramienta, se dan cuenta de lo distinto que es realizar un entrenamiento y del abanico de variables que

se abre al usar esta herramienta. Este es el momento en el que un ciclista popular se plantea contratar un entrenador para que haga que su rendimiento mejore de manera progresiva y segura.

Gracias a la popularización de la herramienta del potenciómetro, la ciencia ha tenido acceso a muchos sujetos que en el pasado. Además de tener más sujetos, la ciencia ha dado un paso hacia adelante en proponer hipótesis y desenredar el panorama del entrenamiento por potencia que cuando se comienza a utilizar parece verdaderamente farragoso y costoso de comprender.

Los científicos han realizado multitud de propuestas de estudio y se han realizado gran cantidad de los mismos. En estos estudios, se puede comparar prácticamente cualquier cosa que a ellos se les ocurre y se pueden obtener resultados que no se podían imaginar antes de comenzar a investigar sobre ello. La metodología de entrenamiento en deportes de resistencia es un tema muy estudiado, gracias a todos estos estudios en la actualidad, los entrenadores tienen recursos para poder prescribir entrenamientos adecuados a sus deportistas. Pero, fundamentalmente, lo que se tienen son herramientas para hacer que los deportistas no tengan enfermedades relacionadas con el sobreentrenamiento. Gracias a estudios que han investigado este tipo de relaciones, los entrenadores tienen datos para intentar que no sufran sus deportistas este tipo de enfermedades.

Son muchas las preguntas que un investigador se realiza antes de comenzar a analizar un problema, poco a poco se va obteniendo el camino adecuado hacia la solución del mismo. Finalmente, en la redacción que se presenta a continuación se va a investigar sobre dos tipos de metodologías que se utilizan en la actualidad en el campo del entrenamiento de deportistas de resistencia, más concretamente en el deporte de ciclismo.

### 3. MARCO TEÓRICO

En el mundo de los deportes de resistencia, más concretamente en el ciclismo, se han popularizado en los últimos años dos metodologías de entrenamiento tradicional y entrenamiento polarizado.

El ciclismo es un deporte de resistencia en el que la intensidad a la que se pedalea no es constante durante toda la prueba, ya que debido a la orografía puede haber cambios de intensidad (Legaz, 2013).

En la actualidad, existen factores de rendimiento que pueden determinar prematuramente el rendimiento de un deportista en una prueba deportiva. Uno de los principales test para saber el potencial de un ciclista es el denominado test de Umbral de Potencia Funcional (UFP o FTP, del inglés Funtional Threshold Power). Este test trata de realizar una prueba de veinte minutos a la máxima intensidad constante que el deportista pueda mantener. Una vez finalizado, se aplicará el siguiente factor de corrección: potencia desarrollada en veinte minutos x 0,95 (Valenzuela, Morales, Foster, Lucía y de la Villa, 2018).

Otro de los principales factores de rendimiento en los deportes de resistencia es el consumo máximo de oxígeno. El consumo máximo de oxígeno establece el límite superior de la producción máxima de energía a través de la fosforilación oxidativa y generalmente se considera un determinante principal de rendimiento del ejercicio de resistencia entre los atletas jóvenes entrenados en resistencia (Tanaka y Douglas, 2007). Además, en este mismo estudio se ha comprobado cómo de importante es la economía de esfuerzo durante los deportes de resistencia, midiendo el consumo máximo de oxígeno en estado estable mientras se realizaba ejercicio a una intensidad de ejercicio submáxima específica por debajo del umbral de lactato.

Otro factor de rendimiento que influye en los deportes de resistencia es el umbral de lactato. Es la intensidad del ejercicio a la que la concentración de lactato en sangre aumenta significativamente por encima del valor basal (Allen, Seals, Hurley, Ehsani y



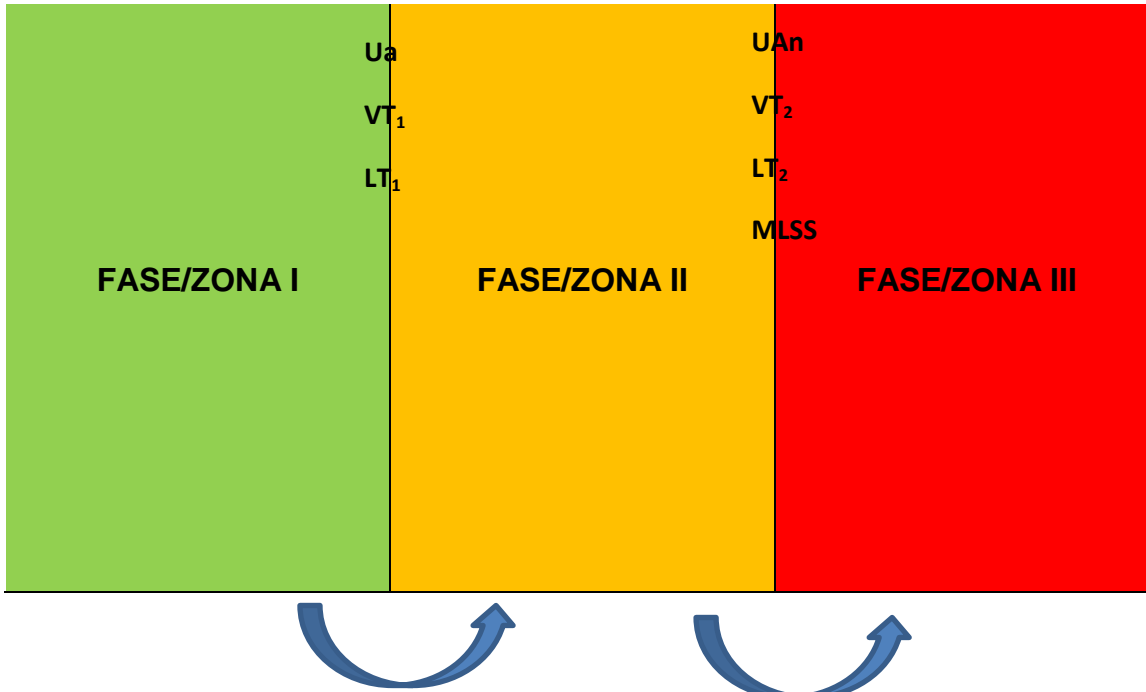
Hagberg, 1985). Mientras que la potencia generada en el umbral de lactato es el mejor predictor de laboratorio del rendimiento de la prueba contrarreloj entre ciclistas master competitivos (Nichols, Phares y Buono, 1997).

El modelo trifásico de Skinner y McLellan distingue la intensidad del ejercicio en tres fases/zonas distintos, a través de este modelo se explicará posteriormente los dos tipos de metodologías seguidas en este estudio. Este modelo describe cambios ventilatorios que se relacionan con el nivel de lactato sanguíneo, se puede diferenciar tres zonas que serán las que marquen la intensidad del ejercicio (Varela et al., 2014; Billat, Renoux, Pinoteau, Petit y Koralsztein, 1994):

- Fase/zona I. Predominancia del metabolismo aeróbico. Teóricamente esta fase se extiende hasta los  $2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de lactato, lo que corresponde al 50-60% del  $\text{VO}_{2\text{max}}$  o al 65 – 70% de la  $\text{FC}_{\text{max}}$ . Este es el primer umbral fisiológico, denominado de manera más frecuente umbral aeróbico ( $\text{Ua}$ ). En función de cómo se determina este umbral se denominará  $\text{VT}_1$  si se obtiene a través de una prueba experimental de gases. También se puede obtener a través de una prueba de concentración de lactato sanguíneo, por lo que pasaría a denominarse  $\text{LT}_1$ .
- Fase/zona II. Ya no solo impera el metabolismo aeróbico, sino que el metabolismo anaeróbico también aparece. La predominancia sería prácticamente similar entre ambos tipos de metabolismos. La fase/zona II se extiende hasta, aproximadamente, los  $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de lactato, lo que corresponde con el 70 – 90% del  $\text{VO}_{2\text{max}}$  o al 85 – 90% de la  $\text{FC}_{\text{max}}$ . Este segundo umbral fisiológico se ha denominado, frecuentemente,  $\text{UAn}$ . Al igual que en la anterior zona, en función de cómo se obtenga dicho umbral se podrá denominar  $\text{VT}_2$  en el caso de que se analice con una prueba experimental de gases o  $\text{LT}_2$  si se determina a través de una prueba de concentración de lactato en sangre. Además, a este segundo método también se le denomina MLSS, máximo estado estable de lactato.

- Fase/zona III. Para finalizar, esta fase/zona tiene un predominio del metabolismo anaeróbico. Corresponde con valores superiores al 90% del  $VO_{2max}$  o al 85 – 90% de la  $FC_{max}$ .

**Figura 1. Modelo trifásico de Skinner y McLellan**



**Figura 1.** Fases/zonas de intensidad de ejercicio y sus umbrales, modelo trifásico de Skinner y McLellan.

La metodología tradicional está basada en realizar una progresión temporal gradual entre el volumen y la intensidad. Este tipo de trabajo se realiza siguiendo unas bases en las que al comienzo de la temporada se trabaja una intensidad baja con mucho volumen y progresivamente se incrementa la intensidad hasta llegar a realizar altas intensidades con volúmenes más bajos. Durante muchos años, los deportistas realizaban grandes volúmenes de trabajo a muy baja intensidad donde pretendían conseguir mejoras aeróbicas que les permitiesen realizar posteriormente entrenamientos más exigentes (Arrese, 2013). En cuanto al modelo trifásico de Skinner y McLellan, este tipo de entrenamiento se denomina como modelo de umbral láctico, refiriéndose al segundo umbral fisiológico (Varela et al., 2014). Este modelo acumulará la mayor parte de carga del entrenamiento en la segunda fase/zona.

Muchos entrenadores han optado por modelos de planificación en la que ya no se siguen las normas tan marcadas de progresión como en la planificación tradicional. Este tipo de metodología, llamada “Entrenamiento Polarizado”. Atendiendo al modelo trifásico de Skinner y McLellan (Varela et al., 2014), este tipo de metodología distribuye las cargas en dos fases/zonas diferenciadas. La mayor parte de carga de entrenamiento recae en la primera fase/zona de trabajo, acumulando una gran cantidad de trabajo en esta zona. Una menor carga de trabajo se atribuye a la tercera fase/zona, siendo así trabajos muy intensos (Varela et al., 2014).

A continuación, se explica cómo realizar los trabajos en esta tercera fase/zona:

Englobando esta segunda metodología, el “High-Interval Intensity Training” expone diferentes claves para poder programar el entrenamiento de alta intensidad (Buchheit y Laursen, 2013):

1. Intensidad del intervalo
2. Duración del intervalo
3. Intensidad en las recuperaciones (entre intervalos)
4. Duración de las recuperaciones (entre intervalos)
5. Modalidad deportiva
6. Numero de repeticiones
7. Número de series
8. Duración de la recuperación entre series
9. Intensidad de la recuperación entre series

Utilizando bien estas nueve variables, se conjugan los siguientes tipos de ejercicios que se pueden programar (Buchheit y Laursen, 2013):

- MAS: Maximal Aerobic Speed
- MAP: Maximal Aerobic Power
- ASR: Anaerobic Speed Reserve

- MLSS: Maximal Lactate Steady State
- MSS: Maximal Sprinting Speed
- RST: Repeated-Sprint Training
- SIT: Sprint Interval Training

Para el entrenamiento HIIT, proponen una fracción del tiempo del 50 al 70% del tiempo hasta el agotamiento a una velocidad del  $VO_{2MAX}$ , en atletas. Habiendo calculado la velocidad del  $VO_{2MAX}$  en una prueba incremental hasta el agotamiento (Laursen, Shing, Peake, Coombes y Jenkins, 1801; Laursen y Jenkins, 1801). Siendo  $VO_{2MAX}$  el consumo máximo de oxígeno.

El programa de entrenamiento de HIT de  $P_{MAX}$  realizado durante un 60% del  $T_{MAX}$  se han logrado las mejores adaptaciones en cuanto a PPO,  $VO_{2MAX}$ ,  $TT_{40}$ . Se han realizado 3 programas distintos de HIT en los que varía la recuperación, el número de repeticiones y la intensidad (Laursen et al., 1801).

En una revisión de los diferentes intervalos en el HIT. Concluyendo que intervalos superiores a 2 minutos, con un TiZ de más de 15 minutos y durante un período de tiempo de 4 a 12 semanas es el que más aumento de  $VO_{2MAX}$  produce (Wen et al., 2019).

## 5. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio han sido comprobar la eficacia de dos metodologías de entrenamiento (metodología Tradicional vs. metodología Polarizada) y comprobar si alguna de ellas produce mayores mejoras en el rendimiento deportivo.

## 6. HIPÓTESIS

Los ciclistas que se encuentren en el grupo de “Entrenamiento Polarizado” deberían ser los que mejor resultados obtuviesen.

## 7. MATERIAL Y MÉTODOS

### 7.1. Población del estudio

Para poder desarrollar este proyecto, se contó con la colaboración de 10 sujetos que decidieron participar en el proyecto de manera voluntaria. El conjunto de sujetos participantes en dicho proyecto fue seleccionado a través de una encuesta que fue enviada por diversos medios de comunicación (Anexo I) como puede ser el correo electrónico o por vía WhatsApp. En ésta encuesta se reflejaba el desarrollo del proyecto y los objetivos del mismo.

Para que los sujetos pudiesen acceder a la realización del proyecto, se tomaron los siguientes criterios de inclusión:

- Sujetos sanos y activos.
- Disponer de experiencia montando en bici de al menos 1 año.
- Disponer del material propio de un ciclista para la realización de los entrenamientos.
- Utilizar potenciómetro en la bicicleta desde hace al menos 6 meses.
- Acceder a realizar el programa de entrenamiento marcado por el proyecto sin realizar otras actividades extra que puedan comprometer los resultados del mismo.
- Consentimiento informado de manera escrita (Anexo II).

Además de los criterios de inclusión, también se informó de la existencia de unos criterios de exclusión. Estos criterios de exclusión podrían tener concordancia con el “reglamento” donde se reflejan las normas que los participantes tienen que respetar para poder realizar el proyecto, ya que incumplir estas normas acarrea la expulsión del proyecto de manera definitiva. Los criterios de exclusión son los siguientes:

- No realizar los entrenamientos marcados en el programa y/o realizar otras actividades que no estuviesen marcadas durante el periodo en el que transcurre el programa.
- Realizar las sesiones de entrenamiento en distinto orden al marcado por el programa sin la consulta previa con el investigador.
- No obtener datos de potencia de los entrenamientos.

Establecidos los criterios de inclusión y exclusión del proyecto, se procedió a organizar de manera aleatoria a los sujetos en los dos grupos distintos de trabajo. Estos dos grupos se realizaron de manera aleatoria de modo que los sujetos hasta el comienzo del estudio no supieron en que grupo se encontraban. Un grupo tendría que realizar el “Entrenamiento Tradicional” y el otro grupo realizaría el “Entrenamiento Polarizado”.

Unas semanas antes del comienzo del proyecto, se procedió a informar a los sujetos de los objetivos del estudio, el tipo de entrenamiento que tendrían que realizar y el “reglamento” que había que respetar durante la realización del mismo. Una vez conocidos todos estos datos por los participantes, procedieron a firmar el consentimiento informado (Anexo II) por lo que se realizó una video llamada con cada uno de los participantes para explicarles cómo se realizaban los tipos de entrenamiento.

Tras la primera sesión para explicar todos objetivos, finalidades y la metodología que se ha utilizado en el proyecto, se procedió a la realización de los primeros test.

Con la finalización del estudio, el número de sujetos quedó modificado debido a los criterios de exclusión. Dado que el proyecto comenzó con 9 sujetos y finalizó con 7 puesto que 1 sujeto tuvo que abandonar por motivos personales y otro de ellos quedó fuera por no seguir las sesiones marcadas por el proyecto.



## 7.2. Diseño del estudio.

Partiendo de una hipótesis y aplicando un razonamiento hipotético-deductivo, se diseñó un estudio de carácter experimental, analítico, longitudinal, (abierto – preguntar, ya que no se ha usado enmascaramiento a ningún) y prospectivo. Los datos finales se han analizado cuantitativamente.

El estudio se podría describir de la siguiente manera:

- Experimental porque el investigador (yo) introduce el elemento a estudio (entrenamiento)
- Analítico porque sacas conclusiones para extrapolar a la población general a partir de una muestra de sujetos (en limitaciones yo pondría que la muestra no ha sido obtenida de forma aleatorizada)
- Aleatorizado porque se ha asignado el entrenamiento A o B a cada sujeto siguiendo un proceso sencillo de aleatorización consistente en sacar a ciegas una papeleta para cada uno de los seleccionados.
- Abierto (preguntar) no es enmascarado ni para los sujetos ni para el investigador.
- Longitudinal porque haces un seguimiento de los sujetos, tomando valores iniciales y de nuevo midiéndolo al final del estudio.
- Prospectivo

El objetivo del proyecto fue diferenciar entre el “Entrenamiento Tradicional” vs “Entrenamiento Polarizado” con la realización de un test FTP antes y después de 5 semanas de estudio donde los sujetos realizaron los dos tipos distintos de entrenamientos. Con estos tipos de metodologías se puede tener más conocimiento sobre qué tipo de entrenamiento puede ser más beneficioso para un grupo de sujetos según sus características y el contexto en el que se realicen los entrenamientos.

El motivo por el que se decidió realizar estos tipos de metodologías fue debido a que son muy distintas conceptualmente una de la otra. Además, estas diferencias hace

interesante su estudio ya que se puede aplicar una metodología u otra en función de las características de los sujetos, el tiempo disponible para entrenar, etc.

Algunos de los puntos favorables para considerar la validez del estudio son los siguientes:

- Para evitar la posible influencia de otras actividades deportivas en la progresión de los participantes, durante el tiempo de estudio no realizaron otra actividad física al margen de la recogida en el estudio.
- Los datos recopilados fueron analizados siempre con el mismo software, WKO5®, eliminando las posibles variaciones entre distintos programas.
- Para evaluar el progreso de los sujetos, se decidió medir las distintas variables al principio y al final del programa de entrenamiento en el mismo recorrido para cada sujeto, aunque no fue posible estandarizar la misma ruta inicial y final para todos ellos.

Una de las limitaciones principales de este proyecto, fue la realización del mismo nada más terminar la cuarentena de COVID19. Debido a la situación de pandemia y para garantizar la seguridad de los sujetos, se decidió prescindir de las mediciones corporales, tales como pliegues, perímetros, etc. Con todas estas limitaciones presentes, no se pudo obtener de los sujetos los datos de peso y altura y no se contemplaron el resto de mediciones.

**Tabla 1. Sesiones de entrenamiento del grupo de "Entrenamiento Tradicional"**

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
<b>SEMANA 1</b>						
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7
RECUPERACIÓN 1:30:00	TEST 15" y 1' 1:30:00	TEST 5' 1:30:00	RESISTENCIA 1:00:00	TEST 20' 1:17:00	DESCANSO	RESISTENCIA 2:30:00

38 TSS	65 TSS	78 TSS	44 TSS	78 TSS		109 TSS
<b>SEMANA 2</b>						
<b>DÍA 8</b>	<b>DÍA 9</b>	<b>DÍA 10</b>	<b>DÍA 11</b>	<b>DÍA 12</b>	<b>DÍA 13</b>	<b>DÍA 14</b>
Semana 1 – tempo 20’ 2:00:00 92 TSS	Semana 1 – FTP 15’ 2:10:00 157 TSS	RESISTENCIA 2:00:00 87 TSS	Semana 1 – tempo 20’ 2:00:00 92 TSS	DESCANSO	Semana 1 – FTP + VO2 máx 2:58:00 194 TSS	RESISTENCIA 3:00:00 131 TSS
<b>SEMANA 3</b>						
<b>DÍA 15</b>	<b>DÍA 16</b>	<b>DÍA 17</b>	<b>DÍA 18</b>	<b>DÍA 19</b>	<b>DÍA 20</b>	<b>DÍA 21</b>
Semana 2 – FTP 2:10:00 168 TSS	DESCANSO	Semana 2 – tempo 2:00:00 103 TSS	Semana 2 – Sweet spot 2:50:00 161 TSS	RESISTENCIA 1:30:00 65 TSS	Semana 2 – Tempo 3:00:00 170 TSS	RESISTENCIA 2:30:00 109 TSS
<b>SEMANA 4</b>						
<b>DÍA 22</b>	<b>DÍA 23</b>	<b>DÍA 24</b>	<b>DÍA 25</b>	<b>DÍA 26</b>	<b>DÍA 27</b>	<b>DÍA 28</b>
Semana 3 – Tempo + capacidad anaeróbica 3:01:00 199 TSS	RESISTENCIA 2:00:00 87 TSS	Semana 3 – Tempo 3:00:00 176 TSS	RESISTENCIA 2:00:00 87 TSS	DESCANSO	Semana 3 – NP + capacidad anaeróbica 3:20:00 229 TSS	Semana 3 – Tempo 30’ 3:00:00 144 TSS
<b>SEMANA 5</b>						
<b>DÍA 29</b>	<b>DÍA 30</b>	<b>DÍA 31</b>	<b>DÍA 32</b>	<b>DÍA 33</b>	<b>DÍA 34</b>	<b>DÍA 35</b>
RESISTENCIA 1:00:00 37 TSS	DESCANSO	Semana 4 – capacidad anaeróbica 1:26:00 57 TSS	RESISTENCIA 1:00:00 37 TSS	TEST 20’ 1:17:00 78 TSS	LIBRE	LIBRE

Como se puede observar en la imagen mostrada anteriormente, se describe el entrenamiento que han de realizar los sujetos que se encuentran en el grupo de

“Entrenamiento Tradicional”. Al comienzo de la primera semana, se realizan distintos test para ajustar la curva de potencia lo máximo posible. En este estudio sólo se tendrá en cuenta el test realizado el viernes, un test que se realizará tanto al inicio del estudio como al final del mismo. A continuación, se va a detallar las sesiones de entrenamiento realizadas por los sujetos en cada una de las semanas que transcurre el proyecto.

En la segunda semana, los participantes tendrán que enfrentarse a cinco tipos de sesiones diferentes:

- En la primera sesión, se realiza un calentamiento escalonado hasta que se llega a la parte principal del entrenamiento donde se realizarán dos series de veinte minutos en una intensidad marcada entre el 76 – 88% del FTP. Esta zona se denomina “Tempo”.
- En la segunda sesión de la segunda semana del estudio, los participantes tendrán que realizar un calentamiento, de nuevo, escalonado hasta llegar al bloque de la parte principal donde realizarán cuatro series de quince minutos a una intensidad marcada entre 95 – 105% del FTP. Esta es una intensidad que se denomina “FTP”.
- Otro tipo de sesión que los sujetos tendrán que realizar dos veces durante esta segunda semana de estudio, será una sesión en la que se mantendrá estable la intensidad durante toda la sesión. Esta sesión servirá como recuperación de las sesiones anteriores o posteriores que deban realizar. En esta segunda semana de estudio, este tipo de sesiones se realizará tanto el miércoles como el domingo. Esta sesión tendrá la nomenclatura de “Endurance”.
- Durante todo el estudio, todas las semanas incluirá un día de descanso completo que servirá a los participantes para recuperar y coger fuerzas para las siguientes sesiones.
- Por último, en esta segunda semana de proyecto, los sujetos tendrán que enfrentarse a la sesión más dura a la que se han tenido que enfrentar los

sujetos. Esta sesión constará de un calentamiento a una intensidad constante para después enfrentarse a cuatro series de doce minutos a una intensidad entre el 95 – 105% del FTP, además de estos intervalos, tras la recuperación, los participantes deberán realizar cuatro series de cuatro minutos a una intensidad del 106 – 115% del FTP. Ésta última intensidad se denominará durante todo el proyecto “ $VO_{2MÁX}$ ”.

Durante la tercera semana en la que los participantes realizaron el proyecto, éstos tuvieron que realizar las siguientes sesiones de entrenamiento:

- Lunes. Para comenzar la semana, los sujetos tuvieron que realizar una sesión en la que el objetivo principal era el trabajo del umbral de potencia funcional (FTP). Para ello, tuvieron que realizar, tras el calentamiento, cuatro series de quince minutos a una intensidad entre el 95 – 105 % del FTP.
- Martes. El martes resultó ser el día de descanso completo de la semana, por lo que los participantes pudieron descansar.
- Miércoles. El objetivo principal de esta sesión fue realizar una gran cantidad de tiempo (60') a una intensidad comprendida entre el 76 – 88% del FTP. Por lo que fue una sesión en la que los sujetos tuvieron que realizar un trabajo de mantener la intensidad constante durante un largo periodo de tiempo.
- Jueves. Durante la sesión de entrenamiento programada para este día, el objetivo fue el trabajo de una nueva zona de intensidad que se denomina “SweetSpot” y que comprende las intensidades de trabajo entre el 88 – 95% del FTP. Para ello, se realizó un calentamiento progresivo. Tras el calentamiento, se realizaron dos series de quince minutos a la intensidad objetivo, y tras ello, otras tres series de diez minutos a la misma intensidad.
- Viernes. El objetivo de la sesión de entrenamiento del viernes fue realizar un trabajo de baja intensidad. Uno de los principales beneficios de este tipo de entrenamiento es regenerar el tejido muscular y recuperar las fuerzas de los participantes.

- Sábado. Como objetivo principal de la sesión fue el trabajo en la intensidad denominada “Tempo”. Como se ha explicado anteriormente, esta intensidad corresponde a un porcentaje entre el 75 – 88 del FTP. Para conseguir los objetivos, los sujetos tenían que realizar dos series de treinta minutos a la intensidad objetivo constante. Además, también deberían realizar tres series de quince minutos a la misma intensidad objetivo.
- Domingo. El objetivo del domingo consiste en mantener una intensidad constante que se establece entre el 56 – 75% del FTP. La sesión de entrenamiento trata de mantener lo menos variable posible la intensidad para que no genere fatiga residual.

De acuerdo con el principio de la progresión, en la cuarta semana del estudio, los participantes tuvieron que realizar sesiones de entrenamiento cada vez más complejas y con un mayor nivel de esfuerzo:

- Lunes. El objetivo de la sesión de entrenamiento consiste en realizar un trabajo específico de una nueva intensidad llamada “Anaerobic Capacity”, esfuerzos generalmente cortos pero muy intensos. La sesión consiste en realizar una primera parte de cuarenta minutos en zona “Tempo” tras el calentamiento. Una vez finalizados, se realizarán seis series de cinco minutos repartidas en dos bloques a una intensidad del 110 – 120 % del FTP.
- Martes. Durante la sesión de entrenamiento de este día marcada por el proyecto, el objetivo es realizar una sesión de baja intensidad constante en la que los sujetos puedan recuperar sus fuerzas para los siguientes entrenamientos.
- Miércoles. En esta sesión hubo una gran cantidad de trabajo por debajo del umbral, por lo que se podría denominar como una sesión que el principal objetivo fue trabajar los umbrales aeróbicos. Para ello, se realizó una serie de treinta minutos en zona “Tempo” sumándole también tres series de quince

minutos en zona “Sweetspot” y para terminar cuatro series de cinco minutos en una intensidad denominada “FTP”.

- Jueves. Durante la sesión de entrenamiento de este día marcada por el proyecto, el objetivo es realizar una sesión de baja intensidad constante en la que los sujetos puedan recuperar sus fuerzas para los siguientes entrenamientos.
- Viernes. Será el día de descanso completo semanal.
- Sábado. En la sesión de entrenamiento se incorporará un trabajo que todavía no se había realizado. Este tipo de trabajo consiste en realizar un sprint y tras su finalización, sin realizar un descanso, se realizan cuatro minutos de esfuerzo a intensidad de “Anaerobic Capacity”. Para realizar este trabajo, los bloques de trabajo consistieron en realizar dos veces treinta segundos en sprint, superando el 150% del FTP, y seguido realizar 4 minutos a intensidad 105 – 115% de FTP, tras este trabajo descansar durante dos minutos y volver a repetirlo una vez más. Tras hacer dos veces este trabajo se descansó durante quince minutos y se realizaron cinco bloques en total de este trabajo.
- Domingo. Para completar la cuarta semana de ensayo, se realizó un trabajo de mantener estable la potencia a una intensidad del 75 – 88% del FTP, es decir, en intensidad “Tempo”. Para ello, se realizaron dos series de treinta minutos con suficiente tiempo de descanso entre cada una de las series.

Para completar la última semana del estudio:

- Lunes. Se realizó un trabajo de mantener estable la potencia por debajo del 75% del FTP.
- Martes. Día de descanso completo.
- Miércoles. Durante la sesión de entrenamientos del miércoles se realizó el último día intenso antes de realizar el segundo test. Para ello fueron necesarias seis repeticiones de un minuto al 110 – 120 % del FTP. Se realizaron cinco minutos de descanso después de cada una de las series.

- Jueves. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP para recuperar los esfuerzos del día anterior.
- Viernes. Se realizó el segundo test del estudio.

**Tabla 2. Sesiones de entrenamiento del grupo "Entrenamiento Polarizado"**

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
<b>SEMANA 1</b>						
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7
RESISTENCIA 1:30:00 65 TSS	TEST 15" y 1' 1:30:00 65 TSS	TEST 5' 1:30:00 78 TSS	RESISTENCIA 1:30:00 65 TSS	TEST 20' 1:17:00 78 TSS ...	RESISTENCIA 2:00:00 70 TSS	DESCANSO
<b>SEMANA 2</b>						
DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14
RESISTENCIA 1:30:00 60 TSS	Semana 1 – capacidad anaeróbica 2 x 3 x 10' (30" + 30") 2:15:00 150 TSS	RESISTENCIA 1:30:00 60 TSS	Semana 1 – VO2 máximo 4' 2:22:00 172 TSS	RESISTENCIA 1:30:00 60 TSS	DESCANSO	Semana 1 – NP + VO2 máximo 1:38:00 102 TSS
<b>SEMANA 3</b>						
DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21



RESISTENCIA 90' 1:30:00 60 TSS	Semana 2 – VO2 máx 6' 2:44:00 208 TSS	RESISTENCIA 90' 1:30:00 60 TSS	DESCANSO	Semana 2 – capacidad anaeróbica 3 x 3 x 10' (30" + 30") 3:00:00 224 TSS	RESISTENCIA 2:00:00 79 TSS	Semana 2 – NP + VO2 máx 2:04:00 140 TSS
<b>SEMANA 4</b>						
<b>DÍA 22</b>	<b>DÍA 23</b>	<b>DÍA 24</b>	<b>DÍA 25</b>	<b>DÍA 26</b>	<b>DÍA 27</b>	<b>DÍA 28</b>
RESISTENCIA 90' 1:30:00 60 TSS	Semana 3 – capacidad anaeróbica 3 x 3 x 10' (40" + 20") 3:00:00 272 TSS	DESCANSO	RESISTENCIA 1:00:00 40 TSS	Semana 3 – capacidad anaeróbica 1' 2:50:00 204 TSS	RESISTENCIA 90' 1:30:00 60 TSS	Semana 3 – NP + VO2 máx 3:00:00 216 TSS
<b>SEMANA 5</b>						
<b>DÍA 29</b>	<b>DÍA 30</b>	<b>DÍA 31</b>	<b>DÍA 32</b>	<b>DÍA 33</b>	<b>DÍA 34</b>	<b>DÍA 35</b>
RESISTENCIA 1:00:00 40 TSS	Semana 4 – capacidad anaeróbica 3 x 10' (30" + 30") 1:25:00 91 TSS	DESCANSO	RESISTENCIA 1:00:00 40 TSS	TEST 20' 1:17:00 78 TSS	LIBRE	LIBRE

Observando la imagen anterior, podemos ver el esquema que los sujetos que participaron en el estudio que se encontraban en el grupo de entrenamiento polarizado tuvieron que realizar. Este tipo de entrenamiento es más exigente dado que consiste en utilizar intensidades mucho más agresivas y dejar de lado la zona

intermedia de intensidad. A continuación se describirá en detalle las sesiones de entrenamiento que los sujetos tuvieron que realizar.

Durante la primera semana se realizaron varios test, el más importante es el test inicial que es el mismo que realizaron los sujetos del “entrenamiento tradicional”. Hasta el viernes, que fue el día que comenzó el estudio, se realizaron varios test para que los sujetos tuviesen la curva de potencia actualizada, pero no se tuvieron en cuenta en el estudio por lo que no se van a describir.

- Viernes. Test inicial para valorar el umbral de potencia funcional.
- Sábado. Se realizó un rodaje aeróbico en el que la intensidad no debía de sobrepasar el 75% del FTP.
- Domingo. Día de descanso.

Una vez establecido el FTP (umbral de potencia funcional en inglés), se procedió a comenzar la siguiente semana del proyecto en la que se comenzaba a incrementar la intensidad:

- Lunes. Se comenzó con un rodaje en la zona de “Endurance” en la que la intensidad transcurría entre el 56 – 75% del FTP.
- Martes. Primera sesión de intensidad del estudio, consistió en realizar seis bloques de diez minutos de duración realizando treinta segundos a una intensidad del 125 – 140% del FTP y los otros treinta segundos de recuperación. Después de cada diez minutos se realizó un descanso más prolongado.
- Miércoles. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP para recuperar los esfuerzos del día anterior.
- Jueves. Durante esta sesión de entrenamiento se trabajó el Consumo Máximo de Oxígeno (“VO<sub>2MAX</sub>”). Para ello se realizaron dos bloques de cinco series de cuatro minutos a una intensidad del 105 – 115% del FTP con cuatro minutos de descanso.

- Viernes. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP para recuperar los esfuerzos del día anterior.
- Sábado. Día de descanso.
- Domingo. Durante la sesión del domingo los principales objetivos fueron trabajar la "Potencia Neuromuscular" + " $VO_{2MAX}$ ". Para ello se realizaron dos bloques de treinta segundos por encima del 150% del FTP y seguido cuatro minutos a intensidad de 106 – 115% del FPT. Tras estas dos repeticiones, se realizó un descanso de dos minutos y se volvió a repetir lo mismo. Todo esto engloba un bloque de trabajo de "Potencia Neuromuscular" + " $VO_{2MAX}$ ".

En la siguiente semana se incrementó la intensidad mediante el aumento del volumen de trabajo a altas intensidades:

- Lunes. Se comenzó con un rodaje en la zona de "Endurance" en la que la intensidad transcurría entre el 56 – 75% del FTP.
- Martes. El objetivo del entrenamiento es acumular minutos de intensidad en la zona de " $VO_{2MAX}$ ". Para ello, se realizaron tres bloques de tres repeticiones de seis minutos de duración a una intensidad de 106 – 120% del FTP. Entre repeticiones se recuperó con cinco minutos de duración.
- Miércoles. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP para recuperar los esfuerzos del día anterior.
- Jueves. Día de descanso
- Viernes. Consistió en realizar nueve bloques de diez minutos de duración realizando treinta segundos a una intensidad del 125 – 140% del FTP y los otros treinta segundos de recuperación. Después de cada diez minutos se realizó un descanso más prolongado.
- Sábado. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP para recuperar los esfuerzos del día anterior.
- Domingo. Igual que el domingo anterior, el principal objetivo de la sesión fue trabajar la Potencia Neuromuscular +  $VO_{2MAX}$ . Para ello se realizaron tres

bloques de treinta segundos por encima del 150% del FTP y seguido cuatro minutos a intensidad de 106 – 115% del FPT. Tras estas dos repeticiones, se realizó un descanso de dos minutos y se volvió a repetir lo mismo. Todo esto engloba un bloque de trabajo de “Potencia Neuromuscular” + “VO<sub>2MAX</sub>”.

Durante la última semana de carga del estudio, se aumentó aún más la intensidad de los entrenamientos sumándole volumen a las intensidades elevadas:

- Lunes. Se comenzó con un rodaje en la zona de “Endurance” en la que la intensidad transcurría entre el 56 – 75% del FTP.
- Martes. Consistió en realizar nueve bloques de diez minutos de duración realizando cuarenta segundos a una intensidad del 125 – 140% del FTP y los veinte segundos de recuperación. Después de cada diez minutos se realizó un descanso más prolongado.
- Miércoles. Día de descanso.
- Jueves. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP.
- Viernes. El objetivo en la sesión de entrenamiento fue acumular volumen a una intensidad denominada “Capacidad Anaeróbica”. Esta intensidad corresponde a un porcentaje entre el 120 – 145 del FTP. Se realizaron tres bloques de diez repeticiones de un minuto de elevada intensidad sumado a dos minutos de recuperación después de cada repetición.
- Sábado. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP para recuperar los esfuerzos del día anterior.
- Domingo. Igual que en los anteriores domingos, se realizó una sesión de entrenamiento que consistió en realizar cinco bloques de “Potencia Neuromuscular + VO<sub>2MAX</sub>”. Consistió en realizar cinco bloques de treinta segundos por encima del 150% del FTP y seguido cuatro minutos a intensidad de 106 – 115% del FPT. Tras estas dos repeticiones, se realizó un descanso de dos minutos y se volvió a repetir lo mismo.

Para finalizar el ensayo, se realizó una semana con entrenamientos más tranquilos para llegar en la mejor condición posible al test final:

- Lunes. Se comenzó con un rodaje en la zona de “Endurance” en la que la intensidad transcurría entre el 56 – 75% del FTP.
- Martes. Consistió en realizar tres bloques de diez minutos de duración realizando treinta segundos a una intensidad del 125 – 140% del FTP y los otros treinta segundos de recuperación. Después de cada diez minutos se realizó un descanso más prolongado.
- Miércoles. Día de descanso.
- Jueves. Se realizó un entrenamiento de intensidad constante por debajo del 75% del FTP.
- Viernes. Se realizó el test final del proyecto.

### **7.3. Fases del estudio**

El desarrollo de este proyecto ha sido realizado atendiendo al siguiente calendario:

- Recopilación de sujetos: Mayo
- Periodo del estudio: 4 semanas
- Inicio: Junio
- Final: Julio

### **7.4. Variables**

Las variables empleadas en el estudio se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Variable dependiente: en este caso la variable resultado es la potencia máxima en 20 minutos (test FTP) medida en vatios (W).
- Variable independiente experimental: la metodología de entrenamiento asignada a cada sujeto, habiendo dos diferentes en este estudio y que se diferencian en varias subvariables como son: intensidad y duración.

- Posibles variables contaminantes: la dieta seguida por cada participante, otra posible actividad física derivada de las obligaciones laborales y domésticas de cada individuo, ya que en lo que respecta a otras actividades de ámbito deportivo se les instó a realizar de forma exclusiva los entrenamientos programados.

## 7.5. Instrumentos utilizados y protocolos

Debido a la situación de pandemia, el contacto con los sujetos así como la toma de determinadas constantes que se especificarán a continuación ha tenido que ser de forma telemática, por lo que se tiene en cuenta la posibilidad de sesgos debidos a la variabilidad entre instrumentos de medición e inter-observador.

Las mediciones tanto de estatura como de peso las realizó cada sujeto en su domicilio, ya que como se ha comentado anteriormente, una de las limitaciones fue no poder acudir a un centro de referencia debido al COVID19.

Todas las sesiones de entrenamiento fueron pautadas de manera específica a través de la plataforma Training Peaks (TP). Esta plataforma es gratuita para los atletas y se puede mantener un feedback constante tras cada entrenamiento. Antes de comenzar el proyecto, se comunicó a los participantes que se iba a utilizar esta plataforma para el contacto entre experimentador-participante, hubo un participante que no sabía utilizarla y fue el experimentador el que tuvo una reunión vía telemática con el individuo para aclarar todas dudas y poder utilizarla durante el proyecto.

Training Peaks permite crear las sesiones de entrenamiento ajustándolas al porcentaje de FTP propio de cada deportista, por lo tanto es de gran ayuda ya que una vez creadas todas las sesiones que componen el estudio, la plataforma las ajusta a los valores de cada uno de los sujetos.

Además de la plataforma de Training Peaks, también se utilizó un software llamado WKO5 que sirve para analizar datos de potencia. Este software pertenece a la misma

plataforma de Training Peaks, pero da un paso más hacia adelante en el análisis de datos.

Todos los sujetos utilizaron potenciómetro en sus bicicletas para la obtención de datos de potencia. Cada sujeto utilizó su potenciómetro propio ya que no era viable por parte del proyecto suministrar 10 potenciómetros para que todos fueran de la misma marca y modelo, evitando así posibles sesgos derivados del aparato. Para intentar paliar posibles variaciones intra-sujeto, se pidió a los participantes que no cambiaran su potenciómetro durante el periodo de entrenamiento experimental, intentando así que los valores fueran más fiables para el estudio.

## 8. RESULTADOS

**Tabla 3. Resultados de los test iniciales y finales ambos grupos.**

	TEST 1 "ET"	TEST 2 "ET"	TEST 1 "EP"	TEST 2 "EP"
<b>MEDIA</b>	299	318	285	295
<b>DESVIACIÓN TÍPICA</b>	16,02	10,95	24,58	20,66

**Tabla 3.** ET: Entrenamiento Tradicional; EP: Entrenamiento Polarizado. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos por los deportistas participantes en el estudio.

En la tabla 3 se puede observar cómo la media del primer test del "Entrenamiento Tradicional" (ET) es de  $299 \pm 16,02$  vatios (W), el test final de este mismo grupo es de  $318 \pm 10,95$ .

La media del primer test del "Entrenamiento Polarizado" (EP) es de  $285 \pm 24,58$  vatios (W), el test final de este mismo grupo es de  $295 \pm 20,66$ .

En cuanto al porcentaje de mejora se obtienen los siguientes resultados:

- Entrenamiento Tradicional = 6,36%
- Entrenamiento Polarizado = 3,51%

### 8.1. Entrenamiento Tradicional

Todos los deportistas que realizaron el estudio tuvieron que realizar un test en el inicio del mismo y otro al finalizar el programa de entrenamientos. En la siguiente tabla se puede observar los resultados del grupo de “Entrenamiento Tradicional” del test inicial y del test final:

La desviación típica y la media para el test inicial y del test final del grupo de “Entrenamiento Tradicional” se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Test inicial y final del grupo de “Entrenamiento Tradicional”.**

	TEST 1	TEST 2
<b>MEDIA</b>	299	318
<b>DESVIACIÓN TÍPICA</b>	16,02	10,95

**Tabla 4.** La tabla 4 muestra los resultados del test inicial y final del grupo de participantes que realizaron el Entrenamiento Tradicional”.

La media de vatios obtenidos en el test inicial del grupo de “Entrenamiento Tradicional” (ET) es de  $299 \pm 16,02$  vatios (W), el test final de este mismo grupo es de  $318 \pm 10,95$ .

**Tabla 5. Cantidad de minutos en cada una de las zonas de trabajo. "Entrenamiento Tradicional".**

	TOTAL	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7
<b>MEDIA</b>	2837,50	1025,75	712,25	523,25	302,25	170,50	97,00	6,50
<b>DESVIACIÓN TÍPICA</b>	401,23	524,77	281,45	232,02	36,23	113,25	82,60	4,20

**Tabla 5.** La tabla 5 muestra la cantidad de tiempo expresado en minutos que han realizado en cada una de las zonas el grupo de Entrenamiento Tradicional.



En la tabla 5 se puede observar la media y la desviación típica que corresponde a la cantidad total de minutos que se ha realizado en todo el proyecto y en cada una de las zonas de entrenamiento que se han utilizado para el mismo.

## 8.2. Entrenamiento Polarizado

De la misma forma que lo sucedido en el grupo de “Entrenamiento Tradicional”, los sujetos del grupo de “Entrenamiento Polarizado” realizaron un test inicial y otro test final.

En la siguiente tabla se puede diferenciar entre la desviación típica y la media de los resultados obtenidos en los test inicial y final del proyecto:

**Tabla 6. Test inicial y final del grupo de "Entrenamiento Polarizado"**

	TEST 1	TEST 2
MEDIA	285,33	295
DESVIACIÓN TÍPICA	24,58	20,66

**Tabla 6.** La tabla 6 muestra los resultados del test inicial y final del grupo de participantes que realizaron el Entrenamiento Polarizado”.

La media de vatios obtenidos en el test inicial del grupo de “Entrenamiento Tradicional” es de  $285 \pm 24,58$  vatios (W). Para el segundo test tras el estudio, la media obtenida es de  $318 \pm 10,95$ .

El grupo de “Entrenamiento Polarizado” ha realizado la siguiente cantidad de minutos durante todo el estudio. Se puede diferenciar entre la cantidad total de minutos que han invertido los deportistas en la totalidad de los entrenamientos y la cantidad de minutos que se han invertido en cada una de las zonas de entrenamiento.

Para finalizar el apartado de resultados, en la siguiente tabla se desarrollan la desviación típica y la media de la cantidad total de minutos realizados durante el

proyecto. Se diferencia entre la cantidad total en todo el estudio y la cantidad de cada una de las zonas de entrenamiento que han realizado los deportistas del grupo "Entrenamiento Polarizado":

**Tabla 7. Cantidad total de minutos en cada una de las zonas de trabajo. "Entrenamiento Polarizado".**

	TOTAL	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7
<b>MEDIA</b>	2741,67	1140,67	840,33	290,67	151,67	133,67	172,67	12,00
<b>DESVIACIÓN TÍPICA</b>	385,18	200,96	403,42	155,46	66,98	20,82	113,53	7,94

**Tabla 7.** La tabla 7 muestra la cantidad de tiempo expresado en minutos que han realizado en cada una de las zonas el grupo de Entrenamiento Polarizado.

## 9. DISCUSIÓN

Existe muchas opiniones diferentes en función de cuál es la mejor metodología sobre el entrenamiento. A continuación, se van a exponer argumentos a favor sobre ambos tipos de metodologías que se han utilizado en este estudio.

El entrenamiento tradicional, en la ciencia también llamado método de umbral, tiene varios autores que están a favor de su utilización (Londeree, 1997; Gaskill et al., 2001; Denis, Dormois y Lacour, 1984). Estos autores afirman que los sujetos que previamente son sedentarios o que su nivel deportivo previamente es limitado, mejoran con el método de umbral. Que consiste en una mayor cantidad de tiempo de trabajo en la zona intermedia del modelo trifásico de Skinner y McLellan.

Sin embargo, cuando los sujetos tienen un cierto nivel elevado de entrenamiento previo de resistencia, los entrenamientos con la metodología polarizada registran mejores resultados. Billat, Demarle, Slawinski, Paiva y Koralsztein, 2001; Billat et al., 2003; Ingham, Fudge y Pringle, 2012; Muñoz et al., 2014; Billat et al., 2001 demostraron que los deportistas maratonianos de primer nivel mundial no realizaban entrenamientos de intensidad en fase/zona II durante sus entrenamientos. Únicamente la utilizaban en la competición y en alguno de los entrenamientos puntuales que utilizaban para ultimar la competición (Billat et al, 2001). A pesar de lo descrito anteriormente, en nuestro estudio, los sujetos que han realizado el entrenamiento tradicional han sido los que mejores resultados han obtenido, quizás esto pueda deberse el nivel de los deportitas es un nivel bajo.

Esteve-Lanao, Foster, Seiler y Lucía (2007) demostraron en deportistas de resistencia de pista de atletismo, especializados en 5,000 metros, de nivel subélite que obtuvieron mejoras significativas con la distribución de la carga ampliamente extensa en zona I, siempre y cuando la aportación de intensidad en la zona III sea suficiente.

Guellich, Seiler y Emrich (2009) obtuvieron en remeros de nivel de categoría junior una mejora con una distribución polarizada progresiva durante la fase del período competitivo. Previamente se había trabajado intensidades bajas hasta llegar a dicho período. En nuestro estudio, el deportista más joven también se ha visto como ha obtenido una mejora con el entrenamiento polarizado, esto puede deberse a que previamente no había trabajado tanta intensidad.

Los autores del siguiente estudio demostraron que el entrenamiento con la metodología HIIT mejora de manera rápida y eficaz el consumo de oxígeno, la capacidad de resistencia y la oxidación de grasas en tan sólo seis sesiones durante cinco días. Para ello, un grupo realizó un procedimiento en el que realizaban dos sesiones de entrenamiento separadas por tres horas cada una con intensidades cercanas al máximo del consumo máximo de oxígeno de sesenta segundos de duración con setenta y cinco de recuperación. Transcurridas tres horas tras la primera sesión, este grupo realizó de nuevo la sesión. De esta manera, completaron en cinco días las seis sesiones de entrenamiento. El otro grupo realizó la misma sesión una vez en cada día de entrenamiento y completó el estudio en dos semanas. Ambos grupos obtuvieron una mejora en cuanto al consumo máximo de oxígeno, el grupo que realizó la doble sesión de entrenamiento consiguió una mejora del 7,7% frente al 6,0% del grupo que realizó una sola sesión de entrenamiento (Atakan et al., 2021). En nuestro estudio, se ha visto que en deportistas con más nivel las mejoras han sido menos significativas pero resultan más complejas de realizar.

En el siguiente artículo, los autores ((V. L. Billat, Flechet, Petit, Muriaux, & Koralsztein, 1999) han realizado un experimento sobre sujetos sanos en los que se les aplicaba una carga de entrenamiento donde se realizan las mediciones en función de la velocidad en el consumo máximo de oxígeno. Para ello, los ocho sujetos de los que consta el estudio realizaron cuatro semanas de entrenamiento normal durante cada una de las semanas realizaban una sesión de entrenamiento con cinco repeticiones al 50% de la velocidad del consumo máximo de oxígeno con una recuperación de la

misma duración. Tras este período de tiempo, los sujetos volvieron a realizar cuatro semanas de trabajo con un entrenamiento con sobrecarga en la que realizaban tres sesiones de entrenamiento por semana en lugar de una sola sesión de entrenamiento que realizaban en el entrenamiento normal. Los resultados obtenidos muestran un 2,92% de mejora durante el entrenamiento normal y no muestran una mejora en el entrenamiento con sobrecarga. Con estos resultados, Varela et al., 2014, afirman que la distribución de las cargas debe realizarse de manera individual con cada uno de los sujetos a los que se les realiza un programa de entrenamiento. Coincidiendo con lo expuesto por Varela et al., (2014) en nuestro estudio, con la variedad de sujetos con la que ha contado, se ha llegado a la misma meta, la programación del entrenamiento de un deportista ha de ser individual para cada uno de ellos.

Un estudio reciente con esquiadores de nivel mundial durante tres temporadas completas de análisis de datos (Karlsen, Solli, Samdal, & Sandbakk, 2020), demostró que la diferenciación entre alta y baja intensidad se obtenían beneficios. Durante tres temporadas, se recogieron datos a esquiadores noruegos mientras que realizaban bloques de entrenamiento de alta intensidad en campamentos de entrenamiento. El volumen de entrenamiento de los deportistas era de 650-850 horas de entrenamiento por cada temporada, de las cuales el 85 – 89% del tiempo se realizaba a una baja intensidad, 1 – 3% del tiempo se realizaba a una intensidad moderada y finalmente entre el 8 – 11% del tiempo dedicado al entrenamiento se realizaba a alta intensidad. En el conjunto global de todas las sesiones de entrenamiento durante la temporada, el 20% de las sesiones estaba dedicado a un entrenamiento de alta intensidad. En estas sesiones de entrenamiento de alta intensidad, los deportistas realizaban cinco series de cuatro minutos de trabajo a una intensidad de entre el 90 – 95% de la Frecuencia Cardíaca Máxima, con una recuperación entre series de tres minutos. De esta manera, el equipo noruego consiguió aumentar el rendimiento de sus deportistas durante estas tres temporadas registradas. Sin embargo, en nuestro estudio la

mayoría de los sujetos tenían una baja reserva actual de adaptación por lo que los resultados obtenidos mejoró más el entrenamiento tradicional.

Gibala, M. J., Litte, J. P., Van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A. y Tarnopolsky, M. A., (2006) realizaron un estudio en el que dieciséis sujetos divididos en dos grupos de ocho personas realizaron un entrenamiento continuo durante 90 a 120 min, mientras que otro grupo realizó de cuatro a seis repeticiones de 30s al máximo con cuatro minutos de recuperación. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre grupos. En nuestro estudio, tampoco se obtuvieron diferencias significativas. Esto puede deberse a que la muestra no es lo suficientemente grande, como sucede con este estudio.

## 10. CONCLUSIÓN

Como conclusión de este trabajo, coincide con la discusión realizada anteriormente.

Ambos grupos han mejorado con las sesiones de entrenamiento que se han realizado.

El grupo del “Entrenamiento Tradicional” ha sido el que más ha mejorado, no cumpliéndose la hipótesis de partida del trabajo.

La conclusión que se puede destacar de este hallazgo es que del “Entrenamiento Tradicional” pueden verse beneficiados los deportistas de resistencia en el caso de que se planifique con determinación y siguiendo un progreso adecuado.

Otra conclusión que se puede resaltar de este trabajo es que los sujetos han sido deportistas con un nivel medio. De ahí que la mejora sea mayor en el grupo con el “Entrenamiento Tradicional”.

## 11. PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

En un futuro se podría investigar con más tipos de metodologías ya que es un campo, el del entrenamiento personalizado en ciclismo, es un mundo que me apasiona y que me gustaría poder realizar durante muchos años.

Analizar sujetos con pruebas más específicas que podrían ser el análisis de gases, pruebas de lactato, etc. sería algo que se podrían hacer muchísimas investigaciones y obtener resultados verdaderamente sorprendentes.

Con la aparición de los potenciómetros y su popularización entre los ciclistas, hace que los entrenadores puedan o podamos, realizar más análisis de datos y se realicen más estudios, ya que es más sencillo encontrar a sujetos dispuestos para poder realizar los estudios científicos.



## 12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En un estado de pandemia como el que nos encontramos desde el 14 de marzo de 2020, realizar un estudio experimental con sujetos ha sido un gran desafío. Tras realizar la cuarentena en la que toda la población española tuvo que quedarse en casa, se decidió realizar este estudio en el mes de junio de 2020.

Una vez comenzado y habiendo realizado diversas videollamadas con los sujetos que tenían esa necesidad, se comenzaron a realizar las sesiones de entrenamiento pertinentes. Este estudio se comenzó sabiendo que para poder realizarlo correctamente sería necesario poder tener una reunión presencial con los sujetos para poder obtener diversas medidas (peso, talla, IMC, pliegues, etc.) de los sujetos que hubieran hecho más contundente el estudio. Pero al tener la situación descrita anteriormente, se decidió no realizar ningún tipo de reunión presencial debido a la extrema precaución que hay que tener con los contagios por COVID.

Cuando se había realizado varias sesiones de entrenamiento, uno de los sujetos decidió abandonar el estudio ya que sus necesidades familiares lo requerían.

Además de toda la situación descrita, otra limitación principal es que los sujetos cada uno realizó los entrenamientos con su propio potenciómetro en vez de realizarlo todos con el mismo potenciómetro. Es obvio que ni el estudiante, ni la universidad tienen la solvencia para poder disponer de diez potenciómetros validados, ya que suponen un coste económico muy elevado.

### **13. AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a los sujetos que han accedido a la participación en el estudio, ya que sin ellos no se podría realizar este tipo de investigaciones.

Agradecer a la Universidad de Zaragoza, más concretamente a la Facultad de Ciencias y la Salud de Huesca por facilitarme lo más posible la realización del estudio.

Por último, gracias a Marta por dirigir el estudio y aportarme todo su conocimiento en el campo.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

Arrese, A. L. (2013). *Manual de entrenamiento deportivo*. Paidotribo.

Allen, W. K., Seals, D. R., Hurley, B. F., Ehsani, A. A., y Hagberg, J. M. (1985). Lactate threshold and distance-running performance in young and older endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 58(4), 1281–1284. <https://doi.org/10.1152/jappl.1985.58.4.1281>

Billat, V. L., Demarle, A., Slakinski, J., Paiva, M., y Koralsztein, J.-P. (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 33(12), 2089–2097. <https://doi.org/10.1097/00005768-200112000-00018>

Billat, V., Lepretre, P. M., Heugas, A. M., Laurence, M. H., Salim, D., y Koralsztein, J. P. (2003). Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 297–304. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000053556.59992.A9>

Billat, V., Renoux, J. C., Pinoteau, J., Petit, B., y Koralsztein, J. P. (1994). Reproducibility of running time to exhaustion at  $\dot{V}O_2\max$  in subelite runners. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 26(2), 254–257. <https://doi.org/10.1249/00005768-199402000-00018>

Buchheit, M., y Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>

Chorley, A., y Lamb, K. L. (2019). The Effects of a Cycling Warm-up Including High-Intensity Heavy-Resistance Conditioning Contractions on Subsequent 4-km Time Trial Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 57–65. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001908>

- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., y Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 140–148. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c643a0>
- Laursen, P. B., y Jenkins, D. G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>
- Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S., y Jenkins, D. G. (1801). *Interval training program optimization in highly Trained Endurance Cyclists*. (29), 1801–1807. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000036691.95035.7D>
- Londeree, B. R. (1997). Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. *Medicine yamp Science in Sports yamp Exercise*, 29(6), 837–843. <https://doi.org/10.1097/00005768-199706000-00016>
- Neal, C. M., Hunter, A. M., Brennan, L., O’Sullivan, A., Hamilton, D. L., DeVito, G., y Galloway, S. D. R. (2013). Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, Vol. 114, pp. 461–471. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00652.2012>
- Nichols, J. F., Phares, S. L., y Buono, M. J. (1997). Relationship between blood lactate response to exercise and endurance performance in competitive female master cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 18(6), 458–463. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972664>
- Seiler, K. S., y Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: Is there evidence for an “optimal” distribution? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 49–56. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>

- Seiler, S., y Hetlelid, K. J. (2005). The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(9), 1601–1607. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000177560.18014.d8>
- Tanaka, H., y Seals, D. R. (2008). Endurance exercise performance in Masters athletes: Age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *Journal of Physiology*, 586(1), 55–63. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.141879>
- Varela Sanz, A., Luis, J., López, T., Alexandre, D., Álvarez, B., Avelino, M., y García, G. (2014). *Efectos del entrenamiento concurrente, polarizado y tradicional, sobre la condición física saludable Autor.*
- Wen, D., Utesch, T., Wu, J., Robertson, S., Liu, J., Hu, G., y Chen, H. (2019). Effects of different protocols of high intensity interval training for VO<sub>2</sub>max improvements in adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 941–947.
- James S. Skinner y Thomas H. Mclellan (1980) La transición del metabolismo aeróbico al anaeróbico, *Research Quarterly para el ejercicio y el deporte*, 51: 1, 234-248, DOI: [10.1080 / 02701367.1980.10609285](https://doi.org/10.1080/02701367.1980.10609285)
- Ingham, S. A., Fudge, B. W., y Pringle, J. S. (2012). Training distribution, physiological profile, and performance for a male international 1500-m runner. *International journal of sports physiology and performance*, 7(2), 193–195.
- Muñoz, I., Seiler, S., Bautista, J., España, J., Larumbe, E., y Esteve-Lanao, J. (2014). Does polarized training improve performance in recreational runners?. *International journal of sports physiology and performance*, 9(2), 265–272.

- Denis, C., Dormois, D., y Lacour, J. R. (1984). Endurance training, VO<sub>2</sub> max, and OBLA: a longitudinal study of two different age groups. *International journal of sports medicine*, 5(4), 167–173.
- Gaskill, S. E., Walker, A. J., Serfass, R. A., Bouchard, C., Gagnon, J., Rao, D. C., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., y Leon, A. S. (2001). Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the HERITAGE Family Study. *International journal of sports medicine*, 22(8), 586–592.
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., y Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 21(3), 943–949.
- Guellich, A., Seiler, S., y Emrich, E. (2009). Training methods and intensity distribution of young world-class rowers. *International journal of sports physiology and performance*, 4(4), 448–460.
- Billat, V. L., Flechet, B., Petit, B., Muriaux, G., & Koralsztein, J. P. (1999). Interval training at  $\dot{V}O_{2max}$ : Effects on aerobic performance and overtraining markers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(1), 156–163.  
<https://doi.org/10.1097/00005768-199901000-00024>
- Karlsen, T., Solli, G. S., Samdal, S. T., & Sandbakk, Ø. (2020). Intensity Control During Block-Periodized High-Intensity Training: Heart Rate and Lactate Concentration During Three Annual Seasons in World-Class Cross-Country Skiers. *Frontiers in Sports and Active Living*, Vol. 2. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.549407>
- Gibala, M. J., Little, J. P., van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., ... Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: Similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Physiology*, 575(3), 901–911.  
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.112094>



## 15. ANEXOS

### 15.1. Anexo I. Encuesta inicial.

Diferencia en el test FTP entre la periodización tradicional y la periodización polarizada.

Este formulario va dirigido a aquellos ciclistas que dispongan de potenciómetro desde hace más de 6 meses y estén dispuestos a realizar un programa de entrenamiento de 4 semanas, testeando antes y al finalizar la cuarta semana con el procedimiento de Allen & Coggan.

Los datos que se recogen, van a ser utilizados para un Trabajo Final de Grado (TFG) de la Universidad de Zaragoza - Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

**\*Obligatorio**

1. **Nombre y apellidos \***

---

2. **Correo electrónico \***

---

3. **¿Dispone de potenciómetro? \***

**Marca solo un óvalo.**



Sí

N

o

**4. ¿Cuántos años lleva usando potenciómetro? \***

---

5. ¿Estaría dispuesto a comprometerse para realizar un plan de 4 semanas de entrenamiento? \*

Marca solo un óvalo.

S

í

N

o

6. ¿En qué categoría se encuentra actualmente? \*

Marca solo un óvalo.

Ju

ve

nil

S

u

b

2

3

ÉI

it  
e  
M  
á  
st  
er  
O  
tr  
o:

**7. Accede a facilitar los datos de entrenamientos previos y durante se realice elestudio. \***

**Marca solo un óvalo.**

S

í

N

o

Este contenido no ha sido creado ni  
aprobado por Google.

Google Formularios

## 15.2. Anexo II. Consentimiento informado.

### ANEXO II

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO:

El deportista D. \_\_\_\_\_ con DNI: \_\_\_\_\_

Declaro que:

He sido informado sobre el procedimiento, métodos de valoración y metodología que se va a utilizar en el estudio, dando mi libre aceptación, voluntaria y consciente. Del mismo modo, tengo derecho a irrumpir, abandonar o detener los procesos mencionados en el momento que desee.

He facilitado de manera veraz los datos sobre mi estado físico, nivel de condición física y mi salud que pueden influir en la ejecución de las pruebas necesarias.

He sido informado de la protección de mis datos, de modo que con la información y archivos que se faciliten para este proyecto no pueda ser identificado por terceras personas.

He leído la información explicada en este anexo y estoy de acuerdo en participar en el proyecto.

Firma:

En \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma:

El alumno: D. ANTONIO MONTÓN GARCÍA

Directora del proyecto: Dña. MARTA RAPÚN

### **OBJETIVOS DEL TRABAJO**

El trabajo que se va a realizar es un Trabajo Fin de Grado (TFG) del alumno Antonio Montón García. En este trabajo se quiere estudiar las diferencias que se pueden encontrar en el conocido “test de 20 minutos del FTP” utilizando dos procedimientos de entrenamiento diferenciados.

Estos procedimientos se diferencian en que el “*Periodización Polarizado*” busca el trabajo en altas zonas de trabajo combinado con trabajo en las zonas más bajas. Evitando de esta manera trabajar en las zonas centrales. Por otra parte, el “*Periodización Tradicional*” busca el trabajo programado en todas las zonas de potencia, de esta manera sí que se trabajan las zonas centrales de potencia para incrementar el FTP.

El FTP corresponde con “*Functional Threshold Power*” un término que responde al *Umbral Funcional de Potencia* (UFP). Este umbral trata de mostrar un dato de potencia en el que la intensidad se puede corresponder con un estado estable de lactato. Este término está en entre dicho ya que se está estudiando cuánto tiempo se puede mantener la intensidad del FTP, puesto que es un dato muy individualizado y se cree que cada deportista lo puede mantener durante un tiempo determinado.

La temporalización en el trabajo consistirá en:

1. Contacto por parte del estudiante con el deportista.
2. Realización del “*test de 20 minutos*”.
3. Durante 4 semanas, realizar los entrenamientos programados.
4. En la cuarta semana, realizar de nuevo el “*test de 20 minutos*”

Sirva también de agradecimiento personal por aceptar hacer el estudio.