



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



FACULTAD DE
CIENCIAS DEL DEPORTE

Universidad de Granada

TRABAJO FIN DE GRADO

Programa de entrenamiento basado en potencia mecánica orientado a la mejora de rendimiento de un ciclista de ruta amateur.

Autor: Eduardo Gómez Díez

Tutor académico: Felipe García Pinillos

Mentor: Santiago Alejo Ruiz Alías

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico 2021/2022



Resumen: Este trabajo de fin de grado muestra un programa de entrenamiento basado en la utilización de dispositivos para medir la potencia mecánica de un ciclista amateur orientado a la mejora del rendimiento.

El ciclismo de carretera es un deporte bastante complejo y entre sus principales determinantes del rendimiento encontramos el consumo máximo de oxígeno (VO_2^{\max}), el umbral anaeróbico o umbral de lactato 2 (Uan o LT2), la capacidad tamponadora en situación de acidosis y la eficiencia.

Así pues, a través de una distribución polarizada del entrenamiento y con una gestión de cargas óptima; midiendo variables como la frecuencia cardíaca (FC), la potencia mecánica (vatios o W), la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y el sueño, entre otras; se lleva a cabo la planificación al atleta.

Como conclusión, la figura del entrenador resulta muy valiosa día a día en la educación del deportista en todos los ámbitos de la vida y aconseja en multitud de situaciones. No debemos olvidar que el deporte es salud y que tenemos que seguir aplicando los conocimientos científicos para que cada día gane más adeptos.

Palabras clave: ciclismo de carretera; entrenamiento por potencia; HRV; rendimiento; entrenamiento de resistencia

Abstract: This end-of-degree project shows a training program based on the use of devices to measure the mechanical power of an amateur cyclist aimed at improving performance.

Road cycling is a fairly complex sport and among its main determinants of performance we find the maximum oxygen consumption (VO_2^{\max}), the anaerobic threshold or lactate threshold 2 (Uan or LT2), the buffering capacity in a situation of acidosis and the efficiency.

Thus, through a polarized distribution of training and optimal load management; measuring variables such as heart rate (HR), mechanical power (watts or W), heart rate variability (HRV), and sleep, among others; Athlete planning is carried out.

In conclusion, the figure of the coach is very valuable every day in the education of the athlete in all areas of life and advises in many situations. We must not forget that sport is health and that we have to continue applying scientific knowledge so that it gains more followers every day.

Key words: road cycling; power training; HRV; performance; endurance training

ÍNDICE de contenido:

1. <i>Análisis de la situación real actual</i>	4
1.1. Determinantes de rendimiento del ciclismo de carretera	4
1.2. Evaluación del rendimiento	7
1.3. Control y monitorización	9
1.4. Población objetivo.	10
2. <i>Fundamentación y justificación</i>	11
2.1. Trabajo por potencia en el ciclismo	11
2.2. Beneficios del entrenamiento polarizado en deportistas de resistencia	12
2.3. Análisis DAFO	13
2.4. Personas, entidades u organizaciones que pueden contribuir favorablemente al desarrollo del programa o dificultarlo	14
2.5. Riesgos de la práctica sobre la salud en ciclistas	15
3. <i>Estrategia y planificación</i>	16
3.1. Objetivos del programa	16
3.2. Definición del proyecto y justificación científica	16
3.3. Programa de intervención	24
3.3.1. Procedimiento	24
3.3.2. Recursos personales	25
3.3.3. Recursos tecnológicos	26
3.3.4. Recursos materiales	28
3.3.5. Instalaciones	28
3.3.6. Temporalización	30
4. <i>Evaluación del programa</i>	34
4.1. Evaluación inicial	34
4.2. Monitorización y evaluación continua	38
4.3. Evaluación Final	41
5. <i>Desempeño y Desarrollo profesional</i>	42
6. <i>Conclusiones</i>	43
7. <i>Referencias Bibliográficas</i>	44
8. <i>Anexos</i>	49

1. Análisis de la situación real actual

El ciclismo de carretera es la modalidad más conocida de este deporte que se práctica sobre terrenos pavimentados; en ciudades, vías en mitad del campo o entre montañas. Incluye todas las variantes como la recreación, la competición, el transporte y el ciclismo utilitario. Entre el equipamiento necesario para practicarlo encontramos; la propia bicicleta, el casco, las zapatillas, la ropa y lo necesario para la alimentación y la hidratación (Mignot, 2016).

Mientras que los élites participan en hasta carreras de tres semanas, los amateurs tomarán parte en carreras de un día con una duración de 30 minutos a 5 horas. Cabe destacar que este sector está en constante evolución ya que las características de las bicis desarrolladas por las marcas más competentes del sector son cada vez superiores, sobre todo en cuestiones como la ligereza, la aerodinámica, la comodidad y la velocidad (Hopker & Jobson, 2012).

Por último, la bicicleta es un multiplicador increíblemente eficiente de la energía humana, lo que nos permite ir más lejos y más rápido que cualquier otro tipo de locomoción impulsada por humanos. Igualmente, como deporte de resistencia, el ciclismo sigue siendo un deporte que requiere tiempo y esfuerzo. Si bien no hay sustituto para el trabajo duro, los avances científicos en muchos campos relacionados con la fisiología humana han permitido a los humanos viajar más rápido y más lejos (Cheung & Zabala, 2017). Por tanto, ahora efectuaremos un repaso de lo esencial para la mejora del rendimiento de este deporte y la importancia de conocer lo básico de la fisiología del ejercicio para individualizar el entrenamiento.

1.1. Determinantes de rendimiento del ciclismo de carretera

El ciclismo de carretera se trata de un deporte bastante complejo. Sus demandas fisiológicas son muy variables y dependientes según factores externos como el recorrido, las condiciones climáticas o los participantes. La literatura científica proporciona datos descriptivos sobre ciclistas profesionales que son extrapolables al ciclismo amateur (Hopker & Jobson, 2012).

- **Metabolismo implicado:**



Figura 1. Los sistemas energéticos, extraído de (Viribay, 2019)

- **Vía de los fosfágenos:** Sistema utilizado en la obtención de energía de manera más inmediata a través de la fosfocreatina almacenada en el músculo. La fosfocreatina actúa como un reservorio inicial de energía accesible, que posteriormente se degradará a ATP (adenosintrifosfato), para la producción de energía. Ocurre en el citosol.
- **Glucolítico:** Sistema utilizado en la obtención de energía a través de la glucosa, proveniente del glucógeno muscular y hepático; para dar lactato y piruvato. Tiene lugar en el citosol.
- **Fosforilación oxidativa:** Sistema utilizado en la obtención de energía a través de la glucosa y los ácidos grasos. Ocurre en las mitocondrias.

Estas vías se activarán más o menos, se regularán o se desregularán en función de la cantidad y tipo de energía que se vaya a necesitar, entre otros muchos factores...(Viribay, 2019)

- **Importancia relativa de cada cualidad en el rendimiento.**
 - **Rendimiento aeróbico:**

Muchos atletas y entrenadores consideran la medida de la capacidad aeróbica máxima, o VO^2_{max} , como la prueba “gold standard” para los atletas de resistencia. El objetivo principal de cuantificar esta medida es proporcionar una buena expresión de la capacidad del ciclista de transportar oxígeno hacia los músculos (Cheung & Zabala, 2017). La potencia aeróbica máxima (PAM), interpretación fisiológica de una medida mecánica, que correlaciona con el consumo máximo de oxígeno (VO^2_{max}) arroja unos valores de 6,7 a 7,6 w/kg y unos 70 a 80 ml/kg/min en los ciclistas profesionales, respectivamente, expresadas en valores relativos. Aunque la habilidad para mantener porcentajes elevados de consumo máximo de oxígeno a lo largo del tiempo parece tener mayor relevancia para el éxito de los ciclistas (Lucía, Hoyos, & Chicharro, 2001).

Para entender lo que significa el umbral de lactato (LT2) se debe conocer que a medida que los músculos se estresan metabólicamente, hay una mayor acumulación de lactato y e ión hidrógeno (H^+). Las mitocondrias en los músculos contráctiles se estresan más para oxidar el lactato de manera oportuna y, en algún momento, si la intensidad del ejercicio continúa, las mitocondrias del músculo contráctil se saturan y, por lo tanto, no pueden mantenerse al día con la oxidación de lactato. Luego lo exportan a la sangre y es entonces cuando vemos un aumento en los niveles de lactato sanguíneo que corresponden al evento metabólico que se da lugar cuando no es posible mantener esa intensidad de ejercicio dada (Faude, Kindermann, & Meyer, 2009). Los ciclistas de carretera necesitan tener desplazados ambos umbrales hacia la potencia aeróbica máxima (PAM), hasta llegar a conseguir una intensidad de umbral de lactato de hasta el 90-95% del VO^2_{max} (Lucía et al., 2001).

Maximal power output (in W/kg)

	Men				Women			
	5 s	1 min	5 min	FT	5 s	1 min	5 min	FT
World class (e.g., international pro)	24.04	11.50	7.60	6.40	19.42	9.29	6.61	5.69
	23.77	11.39	7.50	6.31	19.20	9.20	6.52	5.61
	23.50	11.27	7.39	6.22	18.99	9.11	6.42	5.53
	23.22	11.16	7.29	6.13	18.77	9.02	6.33	5.44
	22.95	11.04	7.19	6.04	18.56	8.93	6.24	5.36
	22.68	10.93	7.08	5.96	18.34	8.84	6.15	5.28
Exceptional (e.g., domestic pro)	22.41	10.81	6.98	5.87	18.13	8.75	6.05	5.20
	22.14	10.70	6.88	5.78	17.91	8.66	5.96	5.12
	21.86	10.58	6.77	5.69	17.70	8.56	5.87	5.03
	21.59	10.47	6.67	5.60	17.48	8.47	5.78	4.95
	21.32	10.35	6.57	5.51	17.26	8.38	5.69	4.87
	21.05	10.24	6.46	5.42	17.05	8.29	5.59	4.79
Excellent (e.g., cat. 1)	20.78	10.12	6.36	5.33	16.83	8.20	5.50	4.70
	20.51	10.01	6.26	5.24	16.62	8.11	5.41	4.62
	20.23	9.89	6.15	5.15	16.40	8.02	5.31	4.54
	19.96	9.78	6.05	5.07	16.19	7.93	5.22	4.46
	19.69	9.66	5.95	4.98	15.97	7.84	5.13	4.38
	19.42	9.55	5.84	4.89	15.76	7.75	5.04	4.29
Very good (e.g., cat. 2)	19.15	9.43	5.74	4.80	15.54	7.66	4.94	4.21
	18.87	9.32	5.64	4.71	15.32	7.57	4.85	4.13
	18.60	9.20	5.53	4.62	15.11	7.48	4.76	4.05
	18.33	9.09	5.43	4.53	14.89	7.39	4.67	3.97
	18.06	8.97	5.33	4.44	14.68	7.30	4.57	3.88
	17.79	8.86	5.22	4.35	14.46	7.21	4.48	3.80
	17.51	8.74	5.12	4.27	14.25	7.11	4.39	3.72

Figura 2. Valores de potencia relativa que pueden llegar a desarrollar los ciclistas profesionales extraído de Coggan et al. (2019), Velopress.

➤ **Rendimiento anaeróbico:**

La capacidad tamponadora o “buffer” radica en la capacidad de resistir cambios en la acidez metabólica, cambios de ritmo a intensidad significativa y tácticamente relevante. El cuerpo humano tiene numerosos sistemas naturales que reducen el impacto que la elevada acidez pueda tener en su función fisiológica o en la fatiga resultante. Por tanto, reducir la producción de lactato y tolerar el trabajo en acidez, resultarán clave para rendir más durante la competición (Hopker & Jobson, 2012).

➤ **Eficiencia:**

Se trata de la conversión del trabajo físico (coste energético) en trabajo mecánico aplicado sobre la bicicleta. Para destacar los ciclistas profesionales presentan una eficiencia mecánica de entorno al 23% (Mujika & Padilla, 2001). Se ha sugerido que el tamaño corporal y la estructura muscular son componentes clave, aunque puede haber otros factores que contribuyan. Asimismo, desde la perspectiva fisiológica se puede mejorar con el entrenamiento, y desde la biomecánica, con la técnica; resultando en mejoras de 1,6 a 1,8% (Hopker & Jobson, 2012).

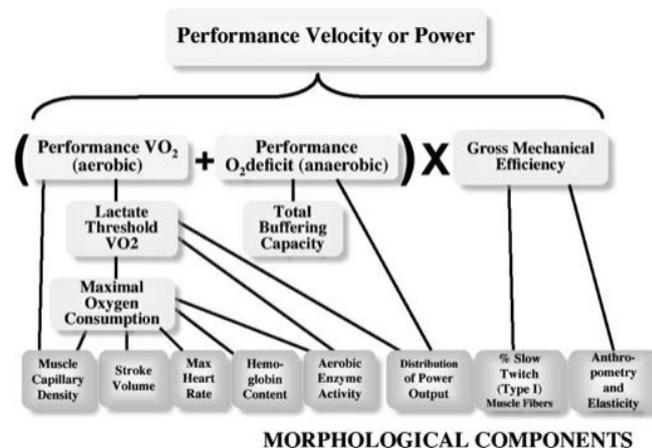


Figura 3. Determinantes del rendimiento para alcanzar la máxima velocidad o potencia, extraído de Joyner & Coyle (2008), *The Journal of physiology*, 586(1), 35–44.

Aunque este modelo tiene matices: por ejemplo, una persona con un VO_2^{max} de 66 ml/kg/min vs 78 ml/kg/min, respectivamente, rinden igual, por otros factores como el antropométrico. Además, este modelo obvia el aspecto psicológico, tan importante en los deportes de resistencia. Puedes ser el campeón del mundo de los entrenamientos y que después llegue la competición dónde puedas demostrar todo tu potencial, y sin embargo no seas capaz porque no puedas controlar tu cabeza.

1.2. Evaluación del rendimiento

Previamente, se han establecido los determinantes de rendimiento del ciclismo de carretera, y frente a esas demandas se deben encontrar las fortalezas y debilidades de cada individuo para en base a ello poder programar el entrenamiento y los objetivos del deportista. Estas medidas se pueden llevar a cabo con tests de laboratorio o tests de campo. Además, toda esta información tiene que ser usada para modificar y reajustar el entrenamiento y por tanto, estos tests pueden realizarse en momentos óptimos de la temporada para poder valorar la efectividad del programa.

Los tests de laboratorio:

En primer lugar tenemos el test de consumo máximo de oxígeno. Dicho protocolo consiste en incrementos de 20 vatios cada minuto con una duración total de 8 a 12 minutos, excluyendo calentamiento y vuelta a la calma (Hopker & Jobson, 2012).

En segundo lugar, la prueba incremental para la determinación de umbrales. Este test se realiza de forma continua y consiste en incrementos de carga de entre 25 y 30 vatios al final de cada palier de 4 o 5 minutos, partiendo desde los 100w. Al final de cada parte se anota concentración de lactato sanguíneo, consumo de oxígeno, pulsaciones por minuto y RPE (Faria, Parker, & Faria, 2005). Posteriormente, se analiza la curva de lactato y se determinan ambos umbrales con sus correspondientes valores de carga interna y externa (Faude et al., 2009).

En tercer lugar, medición de la eficiencia. Existen dos tipos de eficiencia; eficiencia bruta, es la relación entre el trabajo realizado durante el ciclismo y la energía total gastada y se expresa como un porcentaje; y la eficiencia delta, es el porcentaje de la energía química total gastada que contribuye al trabajo externo, el resto se pierde en forma de calor (Faria et al., 2005). Los individuos desentrenados tienden a ser poco eficientes. Además, se ha demostrado que el consumo máximo de oxígeno y la eficiencia delta están inversamente relacionados (Santalla, Naranjo, & Terrados, 2009).

En cuarto lugar, test de capacidad y potencia anaeróbica. Se utiliza el clásico test de Wingate de 30 segundos “all out” para determinar nuestro pico de potencia máximo (Hopker & Jobson, 2012).

Por último, los test de potencia crítica. La potencia crítica es, en teoría, la máxima tasa de trabajo que puede ser sostenida por un muy prolongado período de tiempo. Es de este modo una característica clave del sistema de producción de energía oxidativo (Hopker & Jobson, 2012). Además, el concepto de CP (potencia crítica) integra perfiles

fisiológicos (respiratorio, metabólico y contráctil) dentro de un marco coherente que tiene una gran utilidad científica y práctica (Poole et al., 2017). Para añadir, la potencia crítica podría usarse para predecir el rendimiento en todos los individuos más allá del consumo máximo de oxígeno, ya que ésta es mejor predictora del rendimiento de los sujetos altamente entrenados (Podlogar, Leo, & Spragg, 2022).

✚ Los tests de campo:

El umbral de potencia funcional (UPF) se define como la mayor potencia que un ciclista puede mantener en un situación de casi estado estable de lactato durante aproximadamente 60 min (UPF60) (Borszcz et al., 2018). Debido a la dificultad para encontrar un terreno dónde sea factible realizar este test, se realiza una adaptación de 20 minutos y se resta el 5% de la potencia media obtenida o el 8% si se realiza sin protocolo de prefatiga o según el nivel del propio deportista (Allen & Coggan, 2019). De este test extraemos zonas de entrenamiento vinculadas a %UPF, % FC UPF y RPE (Hopker & Jobson, 2012).

Level	Name/purpose	% of threshold power	% of threshold HR	RPE	Time
1	Active recovery	≤55%	≤68%	<2	1.5hours
2	Endurance	56-75%	69-83%	2-3	2.5 hours to 14 days
3	Tempo	76-90%	84-94%	3-4	30min to 8 hours
4	Lactate threshold	91-105%	95-105%	4-5	10 - 60 min.
5	VO ₂ max	106-120%	>106%	6-7	3 - 8 min.
6	Anaerobic capacity	121-150%	N/a	>7	30 sec. - 2 min.
7	Neuromuscular power	N/a	N/a	(maximal)	5 - 15 sec.

Figura 4. Las siete zonas de entrenamiento por potencia, extraído de Coggan et al (2019), Velopress

Perfil de potencia

Al establecer un perfil de potencia individual podemos ver la máxima potencia media que puede ser desarrollada en distintos periodos de tiempo que van desde los 5 segundos hasta los 60 minutos (Algarra & Gorrotxategi, 2012). Coggan propone una medición de la potencia máxima de 5 segundos, 1 minuto, 5 minutos y 1 hora. (Allen & Coggan, 2019). Además, gracias a los software de Garmin Connect, Strava y Golden Cheetah podemos ir viendo como se actualiza nuestra curva de potencia mediante los entrenamientos o las competiciones.

1.3. Control y monitorización

La carga interna es el estrés fisiológico y psicológico que esa carga externa impone en el atleta (Halsón, 2014a). Entre los métodos más loables para cuantificar la carga interna encontramos:

- **Percepción del esfuerzo (RPE):** La evidencia sugiere que el RPE se correlaciona bien con la frecuencia cardíaca durante el ejercicio de estado estable y el entrenamiento de ciclismo en intervalos de alta intensidad (Halsón, 2014a).
- **Frecuencia cardíaca:** El uso de la monitorización de la FC durante el ejercicio se basa en la relación lineal entre la FC y la tasa de consumo de oxígeno durante el ejercicio en estado estable (Hopkins, 1991).
- **Variabilidad de la frecuencia cardíaca:** Se ha sugerido para indicar tanto adaptaciones positivas como negativas al entrenamiento (Plews, Laursen, Stanley, Kilding, & Buchheit, 2013).
- **Cuantificación del sueño:** La pérdida o privación del sueño puede tener efectos significativos en el rendimiento, la motivación, la percepción del esfuerzo y la cognición, así como en muchas otras funciones biológicas (Halsón, 2014b).

Por el contrario, la carga externa, es la cantidad total de trabajo que completa el atleta, independientemente de las características personales. Y por tanto, nuestra prescripción del entrenamiento se basará en variables de carga externa (Halsón, 2014a).

Los principales indicadores de carga externa son:

- Horas y kilómetros totales (volumen).
- Vatios, %FC, y sus consecuentes zonas de entrenamiento (intensidad).
- Ratio trabajo:descanso, frecuencia sesiones/semana (densidad).



Figura 5. La paradoja del entrenamiento y las lesiones, y su correspondiente relación entre carga aguda y crónica. Extraído de Gabbet (2016), *British journal of sports medicine*, 50(5), 273-280.

1.4. Población objetivo.

Este programa de entrenamiento va enfocado a ciclistas amateur de carretera (tanto hombres como mujeres) que deseen mejorar su rendimiento en distintas pruebas como cronoescaladas, carreras de un día o vueltas por etapas. A través de éste programa de entrenamiento prevemos mejoras en su consumo de oxígeno, el desplazamiento a la derecha de su segundo umbral de lactato y su eficiencia, aspectos más determinantes de los deportes de resistencia de larga media y larga duración (Joyner & Coyle, 2008).

En el caso de este programa en concreto y de forma más específica, me centro en Jesús, un hombre de 26 años que mide 1.78m y pesa sobre 65kg. Jesús es estudiante del doble grado de química e ingeniería de materiales que comparte con su principal afición, el ciclismo. Jesús llegó a competir en categorías inferiores en ciclismo obteniendo buenos resultados en distintas carreras. Sin embargo, tras comenzar sus estudios post obligatorios dejó este deporte apartado por un tiempo. La buena noticia es que desde hace dos años, Jesús ha vuelto a las carreteras para volver a sacar su mejor nivel. Y no es hasta hace unos 3 meses cuándo formamos el binomio atleta-entrenador y Jesús ha confiado en mí para mejorar en todos los aspectos, desde su forma física hasta su forma de afrontar competiciones y entrenamientos.

Destacar que, algunas partes de este programa son aplicables a cualquier persona adulta que desee mejorar su rendimiento en este tipo de pruebas, pero siempre debemos individualizar al máximo con las personas que nos contraten ya que cada una es muy diferente a nivel biomecánico, fisiológico, social y psicológico, y además la periodización de los diferentes objetivos y competiciones será totalmente distinta.

Debemos tener en cuenta ciertas variables que veremos a lo largo del programa que pueden funcionar mejor con unas personas o incluso en diferentes momentos de la temporada de la misma persona. A través de la individualización del programa, evitaremos poner en riesgo la salud de nuestros clientes.

Las adaptaciones de la condición física, posteriores a los factores estresantes de entrenamiento impuestos, están muy influenciadas por el trasfondo neuroquímico y bioquímico sobre el que se superponen los estímulos de entrenamiento. Este contexto neurobiológico está, a su vez, muy influenciado por los niveles de fondo de estrés psicoemocional y el conjunto de expectativas e interpretaciones emocionales asociadas con el desafío de entrenamiento impuesto (Kiely, 2018). Por tanto, debemos cuidar siempre a nuestros atletas y hacer que confíen en nosotros. De ahí, la gran importancia del principio pedagógico en el entrenamiento (Cheung & Zabala, 2017).

2. Fundamentación y justificación

Tras mostrar la realidad de la situación actual en cuanto a los determinantes de rendimiento del ciclismo de carretera, las principales formas de determinar el rendimiento de un atleta, el control y monitorización de la carga y la definición de la población objetivo, procedo a mostrar una alternativa para la mejora del VO_2^{\max} , LT2 y eficiencia en ciclistas amateur como es el entrenamiento de resistencia mediante el uso de potenciómetro siguiendo una distribución polarizada y piramidal de la intensidad que aplicaré en este programa.

2.1. Trabajo por potencia en el ciclismo

La potencia se define como la fuerza por el tiempo y es medida en vatios. Para incrementar la potencia, se puede aplicar más fuerza o ésta debe ser aplicada en un período más corto de tiempo (o ambas). La potencia que aplica el ciclista sobre la bicicleta debe vencer la resistencia del aire (principal fuerza de oposición), la inercia, la resistencia a la rodadura de los neumáticos y la fuerza de la gravedad, entre otras (Hopker & Jobson, 2012).

Entre los principales beneficios del entrenamiento por potencia encontramos que se trata de una medida completamente objetiva del rendimiento, que proporciona una retroalimentación inmediata que facilita el control y la gestión del esfuerzo y que permite seguir la pista del rendimiento del atleta para regular las cargas de entrenamiento. Sin embargo, también tiene puntos negativos como su precio y demasiados datos en los que fijarse día tras día de cada entrenamiento o competición (Hopker & Jobson, 2012).

En una revisión que presentaba todos los datos de potencia del entrenamiento de un ciclista para una gran vuelta se concluyó que los medidores de potencia móviles proporcionan un medio válido para medir la potencia de salida de los ciclistas en el campo. Estas mediciones de campo se pueden realizar con muy buena precisión y confiabilidad, lo que convierte al medidor de potencia en una herramienta útil para monitorear y evaluar las demandas de entrenamiento y carrera (Passfield, Hopker, Jobson, Friel, & Zabala, 2017).

Tal y cómo se comenta en el apartado Evaluación del rendimiento, a través del test de 20' para estimar nuestro umbral de potencia funcional (UPF), se establecen unos porcentajes de trabajo que posteriormente se extrapolan a las zonas de entrenamiento (ver figura 6) (Allen & Coggan, 2019).

Por último, y no menos importante, debemos llevar a cabo una correcta calibración de nuestro medidor de potencia para que arroje datos fiables y precisos. Estos medidores son muy sensibles a los cambios de temperatura y por tanto hay que seguir las recomendaciones de cada marca para llevar a cabo este proceso. Asimismo, siempre debemos comparar los datos de nuestro propio potenciómetro, ya que según el dispositivo puede haber una gran variabilidad de los datos (Hopker & Jobson, 2012).

2.2. Beneficios del entrenamiento polarizado en deportistas de resistencia

Para seguir una distribución de entrenamiento óptima, debemos seguir el principio de especificidad y conocer los determinantes de rendimiento y la fisiología del deporte que practica nuestro atleta. Además, debemos tener en cuenta que esta distribución irá variando a lo largo de la temporada en base a los distintos objetivos (Chicharro, 2021).

El entrenamiento polarizado podríamos definirlo como una distribución del entrenamiento en la que principalmente se trabajan dos zonas de intensidad (siguiendo el modelo trifásico). La mayor parte del trabajo se acumula a baja intensidad (por debajo de 13 en la escala BORG RPE 6-20), mientras que otra pequeña parte se hace a muy alta intensidad (por encima de 17), y evitando realizar trabajo en la zona media (Seiler & Kjerland, 2006). Extrapolando el modelo trifásico de intensidad a las zonas de entrenamiento, baja intensidad correspondería desde el 55 al 85% de UPF en vatios y entre 60-82% de nuestro ritmo cardíaco máximo (Z1, Z2 y Z3a). Mientras que alta intensidad sería por encima del 100% de nuestro UPF en vatios y entre el 88-100% de nuestra frecuencia cardíaca máxima (Z4b, Z5, Z6 y Z7) (Rønnestad, Hansen, Vegge, Tønnessen, & Slettaløkken, 2014).

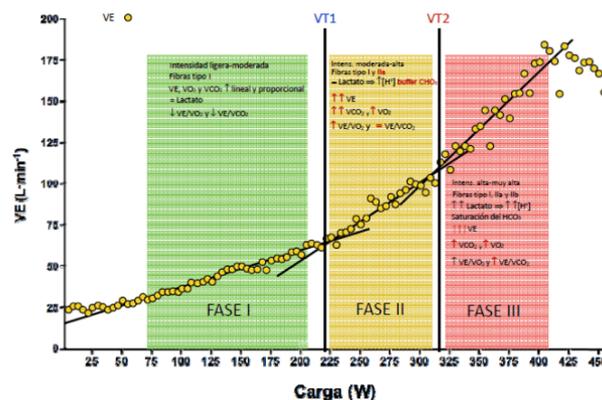


Figura 6. Modelo trifásico de intensidad, extraído de Skinner % McLellan (1980), *Research quarterly for exercise and sport*, 51(1), 234-248.

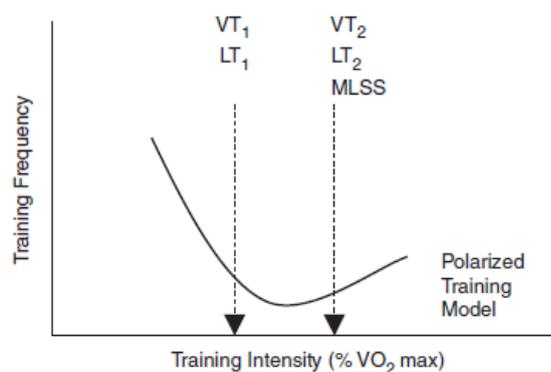


Figura 7. Distribución frecuencia-intensidad de entrenamiento en el modelo polarizado, extraído de Seiler & Kjerland (2006), *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 49-56.

Los modelos tradicionales de entrenamiento de umbral, alto volumen y alta intensidad han mostrado una mejora limitada en el ritmo de carrera real en individuos altamente entrenados, mientras que con frecuencia resultaron en un “overreaching” o sobreentrenamiento (por lesión física y agotamiento psicológico) (Hydren & Cohen, 2015).

2.3. Análisis DAFO

El análisis DAFO es un enfoque para considerar los inhibidores y potenciadores del desempeño que encuentra una organización tanto en su entorno interno como externo. Las fortalezas son potenciadores del desempeño deseado, mientras que las debilidades son inhibidores del desempeño deseado, y ambos están bajo el control de una organización. Las oportunidades son potenciadores y las amenazas son inhibidores del desempeño deseado, aunque estos se consideran fuera del control de una organización (Leigh, 2009). Es por ello que, en mi programa de entrenamiento para un ciclista, es esencial realizar este análisis para ver cómo puedo aplicarlo y optimizarlo de la mejor manera posible.



Figura 8. Análisis DAFO del programa. Elaboración propia.

2.4. Personas, entidades u organizaciones que pueden contribuir favorablemente al desarrollo del programa o dificultarlo

Pueden existir algunos aspectos que faciliten este programa de entrenamiento u otros que puedan perjudicar desarrollo.

✓ **Aspectos que favorecen el desarrollo del programa:**

- Abordaje multidisciplinar de varias áreas como la psicología, la nutrición o el asesoramiento en otros campos puede ser una de las claves de estos contextos. Según un estudio de Marquet et al (2016), la periodización a corto plazo de la disponibilidad de carbohidratos en la dieta alrededor de sesiones de entrenamiento seleccionadas promovió mejoras significativas en la economía de ciclismo submáxima, así como la capacidad de ciclismo supramáxima y el tiempo de carrera de 10 km en atletas de resistencia entrenados (Marquet et al., 2016).
- Además sería crucial que el deportista contara con un equipo de fisioterapia para tratar de solventar los posibles problemas derivados de malas posturas o caídas. Así también sería interesante la participación de un biomecánico para buscar la postura óptima del ciclista sobre la bici. De hecho, Too (1990) afirma que los cambios en diferentes variables pueden afectar los requerimientos energéticos del ciclismo. Estas variables incluyen: (a) cambios en la posición, configuración y orientación del cuerpo; (b) cambios en la distancia entre el asiento y el pedal; y (c) la interacción de la carga de trabajo, la potencia de salida y la velocidad de pedaleo (Too, 1990).
- La Universidad de Granada como entidad pública puede difundir la práctica de los deportes entre ellos el ciclismo.
- Dicho programa puede ser difundido entre los distintos clubes de entrenamiento de la provincia o en los medios locales para que los adeptos al ciclismo puedan empezar su entrenamiento de forma pautada.
- Todas las personas inmersas en la planificación son profesionales amparados por la ciencia y en constante actualización en busca de las mejores formas para la mejora del rendimiento.

✓ **Pueden dificultar el desarrollo del programa.**

- Mala publicidad de ciertas empresas o individuos por intereses económicos.
- Situaciones excepcionales que dificulten la motivación de los individuos o que imposibiliten su entrenamiento.
- Durante el confinamiento domiciliario por la COVID-19, es probable que los deportistas estén expuestos a cierto nivel de desentrenamiento, como consecuencia de estímulos de entrenamiento insuficientes y/o inapropiados (Impellizzeri, Porcelli, Requena, & Arrones, 2020).

2.5. Riesgos de la práctica sobre la salud en ciclistas

El ciclismo se trata de un deporte bastante agradecido con las lesiones. Sin embargo no está exento de ellas. La mayoría se deben a malas posturas por ajustes deficientes en la bicicleta o debido a múltiples caídas que generan fracturas o traumatismos. Además un exceso de entrenamiento o un mal control de las cargas puede generar una disfunción fisiológica que deriva en sobreentrenamiento.

Las consultas médicas más frecuentes del ciclista suelen ser por cervicodorsalgias y problemas del aparato extensor de la rodilla. En los ciclistas, además, el examen de la bicicleta y del calzado son muy recomendables. La anamnesis es muy importante y las exploraciones complementarias necesarias. Las formas de prevención pasan por modificar el gesto deportivo y cumplir con las reglas básicas para una posición correcta sobre la bicicleta. Es determinante la medición de la altura perineal, independientemente de la talla, para elegir correctamente la bicicleta (Barreto-Silva, Bigliassi, & Altimari, 2018).

El sobreentrenamiento es un desequilibrio entre el entrenamiento y la recuperación. El sobreentrenamiento a corto plazo o 'over-reaching' es reversible en días o semanas. La fatiga acompañada de una serie de síntomas físicos y psicológicos en el atleta es una indicación de "caída" o "síndrome de sobreentrenamiento" (Kuipers & Keizer, 1988).

El sobreentrenamiento a corto plazo puede llegar a ser funcional si se detecta a tiempo para que pueda ser reversible. Sin embargo cuándo se extiende en el tiempo puede necesitar de meses o incluso años para que el deportista recupere su capacidad de afrontar el estrés físico y fisiológico que supone el entrenamiento (Faria et al., 2005).

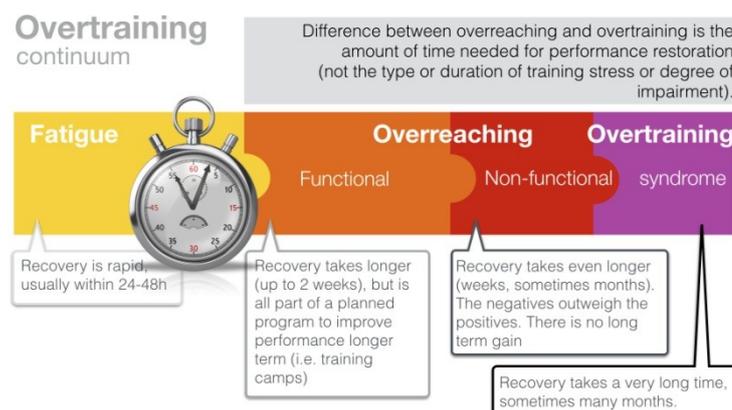


Figura 9. Continuo del sobreentrenamiento, extraído de Halson (2004), *Sports medicine*, 34(14), 967-981.

3. Estrategia y planificación

3.1. Objetivos del programa

Este programa nace con el objetivo de mejorar el rendimiento de los ciclistas en sus diferentes pruebas siempre con una individualización adecuada acorde a las características de cada uno de ellos. Aún así, tendrá unos objetivos de mejora comunes en todas las personas que lo sigan:

- Mejora del consumo máximo de oxígeno.
- Mejora del umbral anaeróbico o LT2.
- Mejora de la eficiencia.
- Mayor disfrute a la hora de la práctica deportiva.
- Mejora de la calidad de vida.
- Crear adherencia y motivación intrínseca para la práctica del deporte.
- Establecimiento de objetivos tangibles según las capacidades de cada deportista.
- Fomentar el estilo de vida saludable y que todos sus aspectos estén en armonía.
- Educar en la cultura del esfuerzo y la superación personal.
- Enfrentarse a competiciones y aprender de cada una de ellas.
- Tener siempre una actitud positiva.

3.2. Definición del proyecto y justificación científica

El proyecto se basa en la planificación de entrenamiento aeróbico sobre la bicicleta con una duración de 12 semanas (o más según el cliente requiera o según calendario de la temporada). Además del entrenamiento aeróbico se realizan algunas sesiones de entrenamiento de fuerza y core con autocargas para prevenir lesiones y favorecer el trabajo sobre la bici.

Varios de los principales objetivos de este programa son la mejora del Vo^2_{max} , el LT2 y la eficiencia del ciclista. A continuación, se muestra como se lograrán tales fines.

Tal y como afirma Arturo Casado en el libro ‘Manual para entrenar deportes de resistencia’, el modelo polarizado y el modelo piramidal demuestran alta eficacia en la mejora del rendimiento (Cardona et al., 2019). Si bien, en un estudio llevado a cabo por Esteve-Lanao (2007) se constató que el modelo polarizado mejoraba más el desempeño de los atletas subelíte en una prueba de 10.4km comparado con el modelo piramidal, en un 7% frente a un 5.3%, respectivamente (Esteve Lanao, Foster, Seiler, & Lucia, 2007).

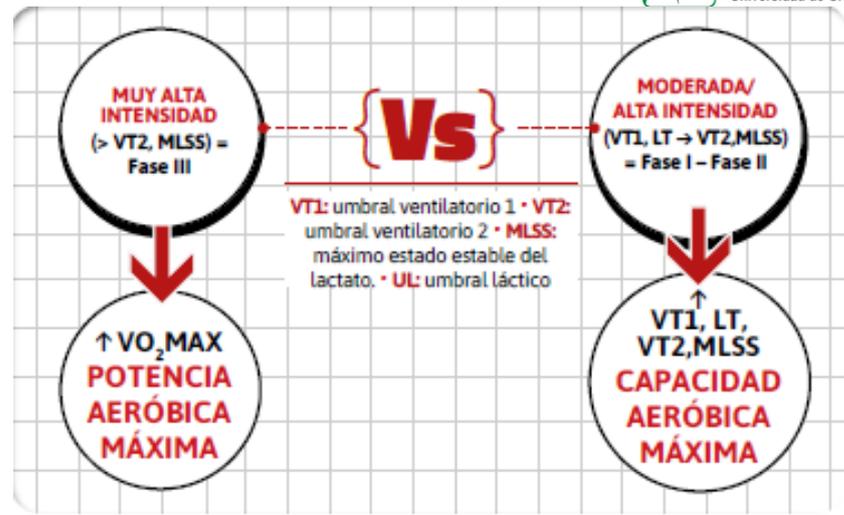


Figura 10. Influencia de la intensidad sobre la mejora de la potencia aeróbica máxima y/o la capacidad aeróbica máxima, extraído de Chicharro & Campos (2018), Exercise Physiology & Training, Fisiología del Ejercicio.

Familiarización con las zonas de trabajo

Es importante que el deportista se familiarice con las intensidades de trabajo y asocie de una manera correcta todos los descriptores de la carga externa e interna. Siempre se debe integrar la carga externa (potencia medida en vatios) con la carga interna (escala de percepción subjetiva del esfuerzo o RPE).

La percepción de esfuerzo es el limitante real del rendimiento. Bajamos el ritmo cuando no podemos soportar el dolor, y da igual los vatios, lactato o pulsaciones que llevemos o hayamos llevado en ese momento. Así que, todo lo que implique disminuir nuestra RPE nos hará mejorar (Marcora & Staiano, 2010). Además, en un estudio de Rodríguez-Marroyo et al. (2017) se afirma que las variables submáximas basadas en el RPE parecen ser las mejores para monitorear los cambios en el estado de entrenamiento durante una temporada (Rodríguez-Marroyo, Pernía, Villa, & Foster, 2017).

Los medios de entrenamiento:

Entre los principales métodos a usar en este programa de entrenamiento podemos destacar:

- Métodos continuos (3 horas Z2)
- Métodos de repeticiones (6*2' Z6 R 10' Z1)
- Métodos interválicos (6*5' Z4 R 1.5' Z1) (Cardona et al., 2019).

Entre los métodos de entrenamiento encontramos los métodos continuos y los métodos fraccionados (de repeticiones, interválicos e intermitentes) para el entrenamiento de la resistencia:

Los métodos continuos se utilizan principalmente para la regeneración (Z1), y el desarrollo del umbral aeróbico y anaeróbico (Z2, Z3, Z4a). Sus principales objetivos son:

- Preparar al deportista para la sesión y/o recuperar al organismo entre estímulos (Z1). Continuo uniforme.
- Aumentar la eficiencia aeróbica y mejorar la oxidación de grasa y el aumento de los depósitos (Z2). Continuo uniforme y continuo variable.
- Mejorar la oxidación de glucógeno y sus depósitos. Adaptaciones centrales como mayor volemia, difusión pulmonar o afinidad por la hemoglobina, entre otros (Z3 a Z4a). Continuo variable o interválico extensivo largo.

Los métodos fraccionados son utilizados para el desarrollo del umbral anaeróbico (Z4), la mejora del consumo máximo de oxígeno (Z5), el desarrollo de la capacidad y potencia anaeróbica (Z6) y ganar potencia anaeróbica aláctica (Z7). Sus principales objetivos serían los siguientes:

- Adaptaciones periféricas como aumentar la densidad capilar, mitocondrial, mayor número de enzimas oxidativas y mejorar las reservas de glucógeno (Z5). Interválico extensivo largo, medio y corto.
- Mejorar la tolerancia a la acidosis metabólica (Sistema Buffer). Aumentar el número de enzimas glucolíticas, incrementar depósitos de fosfágenos de alta energía (Z6). Interválico extensivo medio, corto y métodos intermitentes.
- Maximizar la producción de energía mediante la vía de los fosfágenos (Z7). Métodos intermitentes y repeticiones (Pallarés & Morán-Navarro, 2012).

Tabla 1. Zonas de entrenamiento y sus correspondientes métodos de entrenamiento. Adaptado de (Allen & Coggan, 2019; Pallarés & Morán-Navarro, 2012)

ZONA O RITMO	ABREVIATURA	INTENSIDAD				MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO PARA SU DESARROLLO
		%VO ₂ max	%F _c max	(LAC)	%UPF	
Recuperación activa	Z1	<65%	<65%	–	<55	Continuo uniforme
Resistencia	Z2	65-75%	70-80%	1-2	56-75	Continuo uniforme, Continuo variable
Tempo	Z3				76-90	
Umbral de lactato	Z4	75-85%	80-90%	2-4	91-105	Continuo variable, interválico extensivo largo
Vo ² max	Z5	90-100%	95-100%	4-8	106-120	Interválico extensivo largo y medio, interválico intensivo corto
Capacidad y potencia anaeróbica	Z6	–	–	8-Máx.	121-150	Interválico intensivo corto, repeticiones largas, medias y cortas
Fuerza neuromuscular	Z7	–	–	–	NS	Interválico extensivo muy corto, repeticiones cortas

A continuación se explican los métodos a utilizar en el programa de entrenamiento, resumidos en una tabla:

Tabla 2. Métodos de entrenamiento. Adaptado de (Allen & Coggan, 2019; Pallarés & Morán-Navarro, 2012)

	Método	Abreviatura	Zona Entrenamiento	Intensidad				Volumen				Densidad	
				%UPF	%VO2max	%F _{cmax}	(LAC) mmol ⁻¹ ·l ⁻¹	Tiempo total sesión	Tiempo total repetición	Nº repeticiones	Nº series	Tiempo recuperación entre repeticiones	Tiempo recuperación entre series
Continuos	Continuo extensivo	CE	Z1, Z2	0-75%	<65%	<70%	1-2	>30'	>30'	-	-	-	-
	Continuo intenso	CI	Z1, Z2, Z3	56-90%	65-80%	70-80%	1-2	30-90'	30-90'	-	-	-	-
	Continuo variable 1	CV1	Z2, Z3, Z4	56-105%	60-90%	65-95%	2-4	30-60'	>5'	-	-	-	-
	Continuo variable 2	CV2	Z2, Z3, Z4, Z5	56-120%	60-95%	65-95%	4-6	20-40'	3-5'	-	-	-	-
Fraccionados	Interválico extensivo largo	IEL	Z4, Z5	91-120%	85-95%	90-95%	3-5	45-70'	2-15'	6-10	-	2-5'	-
	Interválico extensivo medio	IEM	Z5, Z6	106-150%	90-105%	95-100%	6-8	35-45'	1-3'	12-15	-	1-3'	-
	Interválico intenso corto	IIC	Z5, Z6	106-150%	100-115%	-	8-14	25-30'	20s-1'	3-4	3-4	30s-2'	10-12'
	Interválico intenso muy corto	IIMC	Z7	>150%	Máximo		-	50-60'	8-15s	3-4	6-8	2-3'	5-10'
	Repeticiones largas	RL	Z6	121-150%	-	-	8-14	40-70'	2-3'	3-6	-	10-12'	-
	Repeticiones medias	RM	Z6	121-150%	-	-	15-20	40-70'	45-90s	3-6	-	10-12'	-
	Repeticiones cortas	RC	Z6, Z7	>121%	-	-	10-15	40-70'	20-30s	6-10	-	8-10'	-

Para el entrenamiento de fuerza, las sesiones de fuerza no específica serán siempre con un calentamiento sobre bicicleta estática de unos 10-15' para posteriormente realizar un trabajo de movilidad y seguir con la parte principal de la sesión (trabajo con peso libre), visible en el anexo 6.

El trabajo de fuerza no específica se desarrolla en el gimnasio. Tras los estudios llevados a cabo por Badillo y Serna (2002) se constata que para obtener ganancias de fuerza máxima en ciclistas se debe conducir un entrenamiento de unas 3-4 series de unas 2-8 repeticiones, a una intensidad de entre 70-90% de 1RM, según el tipo de ejercicio. Además, se debe hacer la fase concéntrica a la máxima velocidad. La velocidad pretendida es más importante que la velocidad real. Con una fase excéntrica más lenta, se produce menor daño muscular y menor probabilidad de lesión (Badillo & Serna, 2002)

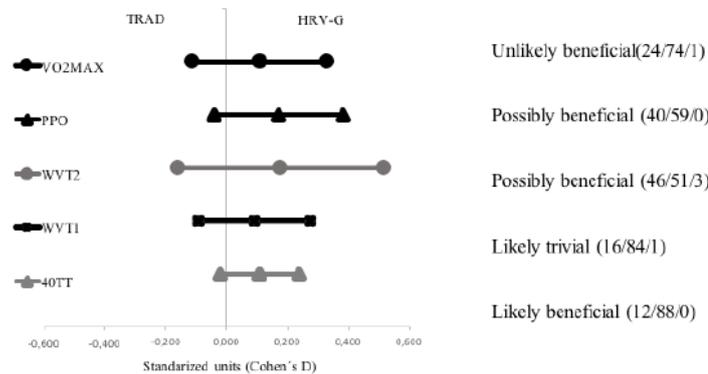
Las sesiones de fuerza específica se realizan sobre la bici, mediante métodos intermitentes y de repeticiones.

- Con cargas adicionales: Arranques desde parado con desarrollo ligeramente superior al de competición, sentados o de pie, a la máxima intensidad posible, con entre 20-30 pedaladas y 4-8 series.
- Sin cargas adicionales: Arranques desde parado con desarrollo ligeramente inferior o igual al de competición, de pie.-a máxima intensidad posible (Zabala, 2017).

Componentes de carga interna y relación con VFC o HRV:

La frecuencia cardíaca de recuperación es un marcador sensible que rastrea los cambios en el estado de entrenamiento en ciclistas que ya están bien entrenados y tiene el potencial de tener un papel importante en el seguimiento y la prescripción del entrenamiento (Lamberts, Swart, Noakes, & Lambert, 2009). Además de la frecuencia cardíaca de recuperación, tenemos la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), que se centra en la variabilidad de los intervalos R-R sucesivos. Esta herramienta permite detectar el estado de fatiga y evaluar la adaptación al entrenamiento. Después de un entrenamiento de alta intensidad o de un período de sobreesfuerzo a corto plazo, se produce una disminución de los valores de HRV en reposo, lo que refleja el efecto de la fatiga (Javaloyes, Sarabia, Lamberts, & Moya-Ramon, 2018).

En una investigación dirigida por Javaloyes et al.(2018) dónde el propósito era determinar el efecto de un programa de entrenamiento tradicionalmente periodizado y guiado por HRV en el rendimiento del ciclismo de ruta, se constató que el entrenamiento guiado por HRV podría ser más efectivo que la prescripción de entrenamiento tradicional basada en una carga de entrenamiento predeterminada (Javaloyes et al., 2018).



PPO: Peak power output
WVT2: Power output at VT2 intensity
WVT1: Power output at VT1 intensity
40TT: Power output during the 40-min time-trial

Figura 11. Diferencias de rendimiento entre grupos (HRV vs. Tradicional), extraído de Javaloyes et al. (2018), *International journal of sports physiology and performance*, 14(1), 23-32.

A través de la aplicación HRV4training podemos llevar un registro de la frecuencia cardíaca de reposo y de la variabilidad cardíaca de nuestro atleta. En el estudio de Plews et al. (2016) se afirma que la pletismografía de la cámara del teléfono móvil se trata de un método totalmente fiable y práctico para la medida de la variabilidad de la frecuencia cardíaca de los atletas (D. Plews et al., 2017).

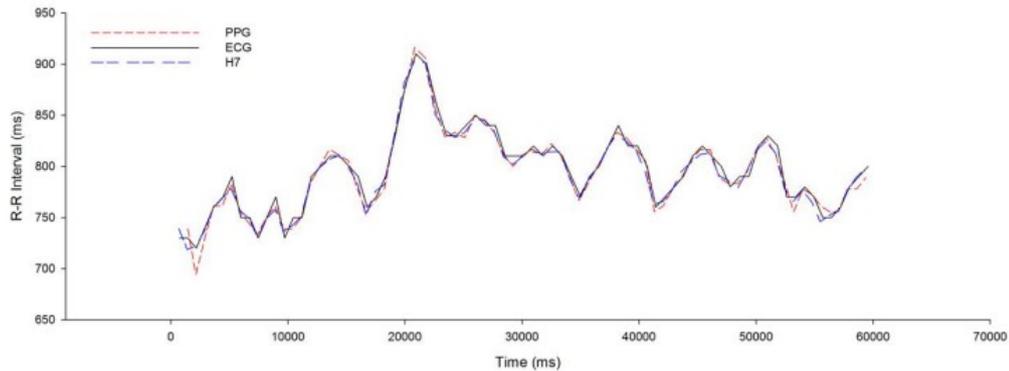


Figura 12. Intervalo R-R simultáneo de un sujeto individual durante 60 segundos de registro para fotopletoisografía (PPG), banda pectoral polar (H7) y electrocardiograma (ECG), extraído de Plews et al. (2017), *International journal of sports physiology and performance*, 12(10), 1324-1328.

A través del entrenamiento de fuerza también conseguiremos mejoras en el rendimiento. En un análisis sistemático llevado a cabo por Yamamoto et al (2010), se concluyó que a pesar de que la investigación sobre entrenamiento concurrente para ciclistas altamente entrenados era limitada, es probable que reemplazar una parte del entrenamiento de resistencia de un ciclista con entrenamiento de fuerza resulte en un mejor rendimiento de en una prueba contrarreloj y en la potencia máxima (Yamamoto et al., 2010).

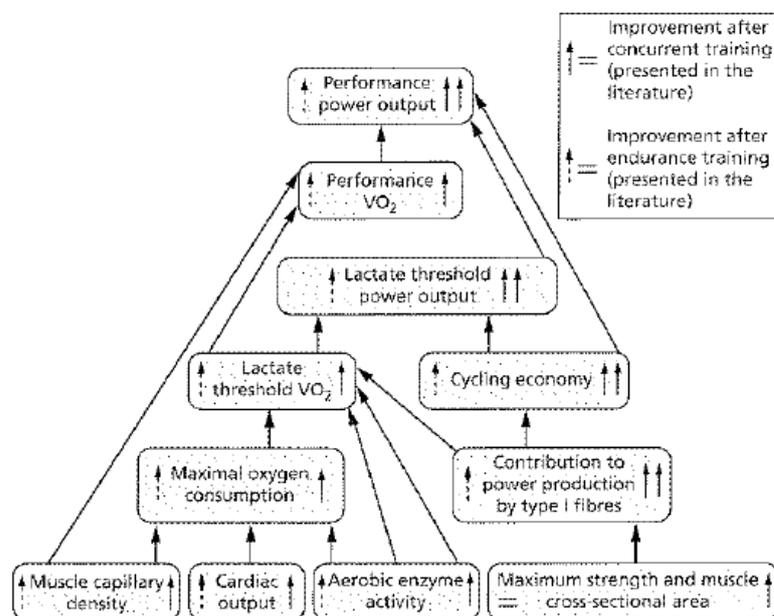


Figura 13. Relaciones entre los mayores determinantes fisiológicos del ciclismo (Entrenamiento concurrente vs. entrenamiento de resistencia), extraído de Hopker & Jobson (2012), *Performance cycling: the science of success*. A&C Black.

En este programa, se trabajará siguiendo los principios del entrenamiento. Entre ellos encontramos:

- Sobrecarga
- Progresión de la carga
- Variedad
- Optimización carga-recuperación
- Continuidad
- Reversibilidad
- Periodización
- Regeneración periódica
- Individualización
- Especialización
- Pedagógico

Es muy importante que el ciclista y el entrenador tengan en cuenta dichos principios durante el programa de entrenamiento. El modo en el que los principios son organizados y puestos en práctica determina si la periodización resulta exitosa (Hopker & Jobson, 2012).

En este programa seguiremos una planificación tradicional, la cuál se divide en amplios períodos o mesociclos.

- El período de inicio dónde se realizan entrenamientos de base aeróbica, alta duración y baja intensidad.
- El período pre-competitivo, que resalta por el acondicionamiento específico, la alta intensidad y el alto volumen.
- La fase competitiva, en la cuál el volumen se reduce aunque se sigue con una muy alta intensidad.
- El período de recuperación (Hopker & Jobson, 2012).

El entrenamiento en calor puede ser una buena herramienta para conseguir adaptaciones y conseguir aclimatarse para evitar pérdidas de rendimiento de entorno 6-16% (Racinais et al., 2012). Entre los principales factores que producen dicha disminución encontramos:

- Deshidratación y mayor pérdida de electrolitos a través del sudor.
- Aumento de la sensación de esfuerzo percibido generado por el discomfort térmico.
- Disminución del volumen sistólico y aumento de la frecuencia cardiaca.
- Aumento de la temperatura corporal.
- Aumento de la utilización de hidratos de carbono o glucógeno como sustrato energético.
- Problemas gastrointestinales.

Tras lo visto con anterioridad, entrenar o competir con altas temperaturas, producirá una gran cantidad de inconvenientes, que empeorarán nuestro rendimiento de

forma aguda. A pesar de esto, exponernos de forma inteligente y controlada, hará que nuestro rendimiento posterior aumente, debido a la obtención de algunas adaptaciones fisiológicas como las siguientes:

- Aumento del volumen plasmático, que ocasionará un aumento del volumen sistólico.
- Disminución de la frecuencia cardiaca ante cargas submáximas.
- Disminución de la temperatura corporal.
- Reducción del flujo sanguíneo a la piel en ejercicios de menor intensidad, por una mejor termorregulación, y aumento de este a la piel y músculos a mayor intensidad de ejercicio.
- Disminución del umbral de sudoración (momento de comenzar a sudar).
- Menor utilización de hidratos de carbono, pudiendo preservar en mayor medida estos.
- Aumentar el confort térmico.
- Reducción de la sensación de esfuerzo percibido (RPE).
- Reducción de la pérdida de electrolitos como el Sodio (Na) por medio de la sudoración (Périard, Eijvogels, & Daanen, 2021).

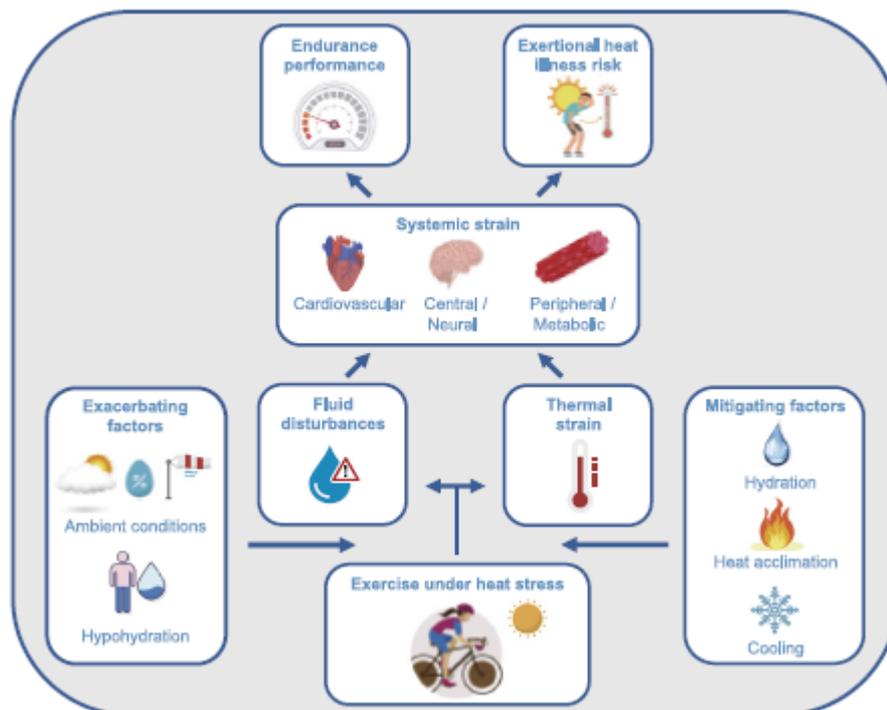


Figura 14. Factores que afectan al ejercicio en condiciones de calor y cómo afectan a nuestros sistemas. Extraído de Périard et al (2021), *Physiological reviews*, 101(4), 1873-1979.

3.3. Programa de intervención

3.3.1. Procedimiento

A continuación, se muestra un resumen de lo que será todo el procedimiento que se llevará a cabo durante el programa.



Figura 15. Secuenciación de seguimiento del programa. Elaboración propia.

El programa comienza con una entrevista inicial para conocer de mejor manera al cliente. En esta entrevista inicial recopilaremos todos los siguientes aspectos. En primer lugar los datos personales de nuestro atleta, para seguir con una anamnesis para conocer su historial de lesiones y enfermedades, importante a la hora de prescribir el entrenamiento. En segundo lugar reuniremos información sobre la vida personal de nuestro atleta, sus horarios de trabajo y sus circunstancias personales. A continuación, conoceremos los principales objetivos de nuestro atleta, así como su terreno de entrenamiento, su modalidad y sus medios y sus preferencias fundamentales.

Por último, tendremos que conocer sus puntos fuertes, para intentar explotarlos y por el contrario, sus puntos débiles, para tratar de mejorarlos. Por otro lado, sería interesante estudiar la nutrición del deportista, los hábitos higiénicos y su posible suplementación con ayudas ergogénicas para explotar todavía más su rendimiento. Así como el análisis de años previos para no caer en errores ya cometidos. (Ver anexo 1).

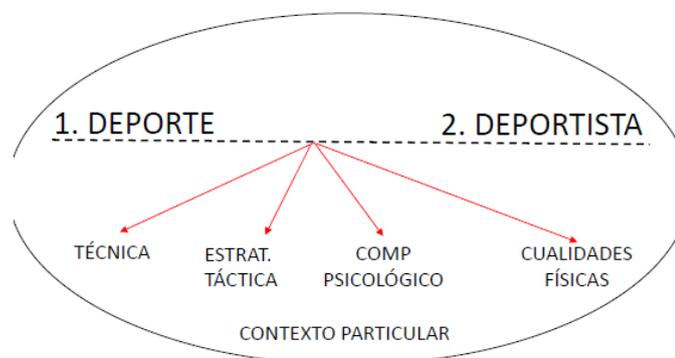


Figura 16. Relación entre deporte y deportista. Todo lo que debe abordar un entrenador. Elaboración propia.

Una vez realizada la entrevista y con el visto bueno del atleta, pasaremos a la evaluación física inicial. En esta evaluación inicial incluiremos una analítica sanguínea, para observar el estado de salud general de nuestro deportista. Además realizaremos pruebas de esfuerzo específicas como el test UPF (Umbral de potencia funcional), explicado con anterioridad en el apartado 1.2. Además, pasaremos un cuestionario a nuestro deportista para anotar su estado de ánimo y sus niveles de ansiedad y estrés.

Tras todo lo anterior, comenzaremos la planificación del programa de entrenamiento de nuestro ciclista. En primer lugar, tomaremos perspectiva del calendario de competiciones de la temporada para llevar a cabo una correcta periodización. Con las competiciones sobre la mesa, ya podremos llevar a cabo el plan de las sesiones de entrenamiento. Con una duración previamente establecida de un mesociclo de 12 semanas, que viene especificado en el apartado Temporalización.

Durante el desarrollo de todo el entrenamiento, el entrenador, mantendrá un feedback constante vía online y en algunas ocasiones de forma presencial. La gestión de cargas y monitorización se realizará usando toda la tecnología descrita en el apartado 4.2.

Tras las 12 semanas de entrenamiento, se vuelven a repetir todas las evaluaciones iniciales para observar la posible mejora y mostrarle los resultados al cliente. En una reunión entre entrenador y deportista se analizan todos los puntos de la planificación para observar posibles errores y fortalezas, y si el primero lo desea se sigue con el plan de entrenamiento durante el tiempo que el atleta lo desee. Para añadir es importante, que el deportista se encuentre altamente motivado ya que en los deportes de resistencia las mejoras vienen muy poco a poco y a largo plazo, por tanto la continuidad durante el proceso es clave (Hendijani, Bischak, Arvai, & Dugar, 2016).

3.3.2. Recursos personales

En primer lugar me gustaría agradecer a mi tutor profesional Manu Sola Arjona, con el que he llevado a cabo mis prácticas externas, del grado de ciencias de la actividad física y del deporte. En su empresa "MSA training", he podido llevar la preparación de algunos deportistas de forma guiada y he podido solventar todas mis dudas relativas al mundo del rendimiento. También dar las gracias a mi tutor académico, Felipe García Pinillos, doctor en Ciencias del Deporte y profesor de CCAFYD en la UGR. Con él y todo su equipo del iMUDS, he podido complementar todo mi conocimiento relativo a la monitorización del entrenamiento, su respectiva evaluación, además de verme inmerso en algunos proyectos que llevaban a cabo, como el entrenamiento por potencia.

Cuándo en cualquier deporte se busca un alto rendimiento partiendo de una base realmente buena, todo se magnifica. Los componentes psicológicos o fisiológicos del ciclismo, en este caso, cobran mucha importancia y es ahí dónde se diferencia a un buen profesional del ejercicio físico. En el alto rendimiento, no se esperan amplios cambios a

corto plazo sino muy pequeños cambios que se pueden extender durante un período largo de tiempo. Por tanto, la relación coach-deportista es fundamental, y es el primero quién debe cuidar de la salud del segundo en todos los aspectos. En una investigación de Sánchez et al. (2017) afirman que los deportistas destacan la importancia que tiene sus entrenador a la hora de tomar decisiones o superar dificultades a nivel personal (Sánchez, Lorenzo, & Jiménez, 2017).

En el desarrollo de este programa de entrenamiento, añado toda mi experiencia personal en cuánto a entrenamiento de deportes de resistencia. Durante los últimos 6 años vengo practicando deportes como atletismo, ciclismo o duatlón, destacando a nivel nacional y en el curso de 2021 obteniendo la dotación de deportista de alto rendimiento. Durante los 4 años de carrera he ido optimizando mis conocimientos y poco a poco poniendo en práctica todo lo aprendido, además de ayudar y motivar a mis deportistas y enseñarles un poco de mis conocimientos.

3.3.3. Recursos tecnológicos

Seguidamente, se muestra una tabla que incluye todos los recursos tecnológicos a utilizar en el programa de entrenamiento con sus respectivas funciones.

Tabla 3. Recursos tecnológicos que aplico en el programa. Elaboración propia.

Recurso tecnológico	Representación gráfica	Funciones
Excel monitorización		Registro de entrenamiento.
Golden Cheetah		Monitorización y control de carga de entrenamiento.
Garmin 520 edge		Control del entrenamiento y sus variables (distancia, FC, vatios...).

Banda pectoral Kalenji		Control de la frecuencia cardíaca.
Potenciómetro 4iiii		Prescripción de entrenamiento en base a potencia.
App Hrv4training		Control de carga y adaptación al entrenamiento mediante variabilidad de la frecuencia cardíaca.
Whatsapp		Contacto continuo con el cliente para solventar dudas que puedan desarrollarse día a día.
Garmin Connect		Plataforma dónde cargar todas las actividades y llevar registro del entrenamiento.
Strava		Plataforma dónde cargar todas las actividades y llevar registro del entrenamiento. Además, red social dónde ver las actividades de otros atletas.

3.3.4. Recursos materiales

Al tratarse el ciclismo de un deporte que se practica al aire libre, no se necesitan de muchos recursos materiales para ejecutar los entrenamientos.

En el día a día usaremos nuestra bicicleta de carretera con todo su equipamiento. Además, para el trabajo de fuerza (ver anexo 6) necesitaremos de equipamiento de gimnasio.



Figura 17. Bicicleta de carretera de Jesús Castellano. Elaboración propia.

3.3.5. Instalaciones

Actualmente el deportista reside en Sevilla, por motivo de estudios. Por lo tanto la mayor parte de sus entrenamientos se realizarán por aquella zona. Al estar esta ciudad en pleno Valle del Guadalquivir tenemos el hándicap del desnivel. La zona montañosa más cercana se encuentra a unos 40/50 km de la ciudad. Así pues, durante la mayor parte del tiempo realizaremos entrenamiento sobre terreno llano con algunos entrenamientos de alta intensidad en cuesta pero con repeticiones de corta duración.

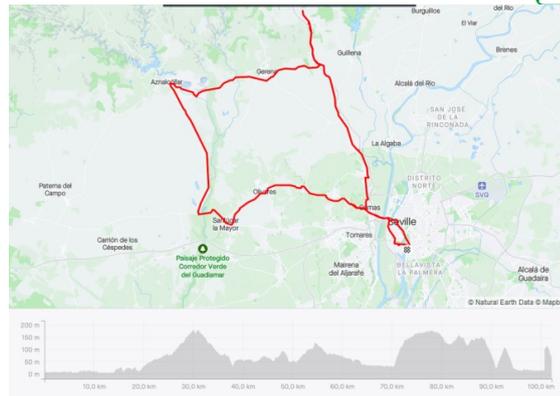


Figura 18. Mapa de actividad y mapa de desnivel de una actividad desarrollada en Sevilla. Elaboración propia.



Figura 19. Mapa de actividad y mapa de desnivel de una actividad desarrollada en El Bosque. Elaboración propia.

Sí bien, durante períodos vacacionales nuestro deportistas vuelve a su lugar de residencia habitual, en El Bosque, un pueblo de que da entrada a la sierra de Grazalema. En este lugar tenemos mayor disponibilidad de todo tipo de terrenos, tanto llano, media montaña, y montaña, con bastantes puertos. Un lugar sagrado para la práctica del ciclismo durante todo el año.



Figura 20. Altimetría del Puerto del Boyar y Las Palomas, lugar de entrenamiento frecuentado por el ciclista, extraído de (Ander Guaza y Juanto Uribarri, 2005), APM altimetrias.

3.3.6. Temporalización

Tras lo mencionado con anterioridad, el programa de entrenamiento con una duración de 12 semanas que podrá contener uno a varios mesociclos según el calendario de competiciones de cada atleta. Durante su desarrollo se evaluará el progreso constante del atleta registrando todas las variables del entrenamiento que se mostrarán en el apartado monitorización. A su vez, tras finalizar el programa y observar los cambios fruto del entrenamiento pautado, el deportista deberá decidir si sigue confiando en el plan y sigue motivado para afrontar más meses de entrenamiento.

En este programa seguiremos una periodización tradicional, una de las más comunes entre los deportes de resistencia. La periodización inversa y tradicional fueron una estrategia efectiva para mejorar las variables biomecánicas, de rendimiento y fisiológicas de la carrera y el ciclismo. Además, ambos tipos de periodización del entrenamiento propuestos en este estudio mantienen los valores de composición corporal de los triatletas aficionados (Clemente-Suárez & Ramos-Campo, 2019).

Ésta destaca por dividirse en amplios períodos o mesociclos. Entre ellos encontramos los siguientes:

- **Inicio:** Amplia base aeróbica con sesiones de alta duración y baja intensidad. Mejora de la oxidación muscular y crecimiento mitocondrial.
- **Segue:** Acondicionamiento específico, alta intensidad y alto volumen. Mejora del consumo máximo de oxígeno y posteriormente trabajo de resistencia anaeróbica y tolerancia al lactato.
- **Fase competitiva:** Bajo volumen y alta intensidad (incluye el tapering). Entrenamiento específico y puesta a punto.
- **Recuperación:** Descanso psicológico (Alcalde Gordillo, 2011).

▪ **Cronograma del programa de entrenamiento de mi cliente Jesús, descrito con anterioridad en el apartado población objetivo.**

Tabla 4. Temporalización del mesociclo de 12 semanas del programa. Elaboración propia.

Evaluación inicial previa a los entrenamientos. Temporalización competiciones y entrenamientos de Jesús Castellano Chillas.						
SEMANA	7-13 marzo	14-20 marzo	21-27 marzo	28 marzo - 3 abril	04-10 abril	11-17 abril
MICROCICLO	Base 3	Intensidad 1	Recuperación	Intensidad 1	Recuperación/Intensidad 1	Intensidad 2
MESOCICLO	Base	Intensidad				
MACROCICLO	Macro ciclo 1					
LUNES	Descanso	Descanso	Descanso	Series Z5/Z6	Descanso activo	Descanso
MARTES	Rodaje suave	Series Fuerza	Gimnasio	Gimnasio	Descanso	Gimnasio
MIÉRCOLES	Gimnasio y rodaje suave	Series Z4	Rodaje medio	Series Z4	Series Fuerza	Series fuerza
JUEVES	Series Z5	Rodaje suave	Descanso	Descanso	Series Z5	Series Z4/Z5
VIERNES	Descanso	Descanso	Descanso	Series Z5	Descanso activo	Descanso activo
SÁBADO	Series Z3	Rodaje suave	Series Z4/Z5	Activación	Test FTP	Rodaje largo
DOMINGO	Rodaje largo	Media maratón MTB	Rodaje suave	Maratón MTB	Rodaje largo	Series Z5/Z6
SEMANA	18 - 24 abril	25 abril - 01 mayo	02-08 mayo	09-15 mayo	16-22 mayo	23 mayo - 29 mayo
MICROCICLO	Intensidad 1	Intensidad 1	Recuperación	Choque	Tapering	Competición
MESOCICLO	Intensidad				Tapering	
MACROCICLO	Macro ciclo 1					
LUNES	Descanso	Descanso	Descanso activo	Gimnasio	Descanso	Descanso
MARTES	Gimnasio	Series Z5	Descanso	Series fuerza	Series Z6	Rodaje medio
MIÉRCOLES	Series fuerza	Rodaje medio	Rodaje suave	Series Z4	Rodajes suave	Series Z6
JUEVES	Series Z4/Z5	Series Z4	Series Z4	Rodaje medio	Series Z6	Descanso
VIERNES	Descanso activo	Descanso	Descanso activo	Descanso	Descanso	Activación
SÁBADO	Rodaje largo	Activación	Descanso	Rodaje largo	Rodaje con sprints	Campeonatos de andalucía carretera Setenil
DOMINGO	Series Z5	Trofeo primavera Viso del Alcor	Rodaje largo	Series Z5	Rodaje largo	
Evaluación final y análisis de las competiciones de esta planificación.						
Leyenda	Leyenda					
microciclos	carreras:					
PRETEMPORADA	Objetivos					
BASE 1	Secundarias					
BASE 2	Entrenamiento					
BASE 3						
INTENSIDAD 1						
INTENSIDAD 2						
CHOQUE						
COMPETICIÓN						
TAPERING						
INTERCOMPETITIVO						
RECUPERACIÓN						

Tabla 5. Establecimiento de objetivos según microciclo del programa de entrenamiento. Elaboración propia.

Microciclo	Objetivos
Base	<ul style="list-style-type: none"> - Empezar a entrenar tras un parón. - Desarrollo de la capacidad aeróbica. - Mejora de la fuerza específica. - Optimización de la composición corporal.
Intensidad	<ul style="list-style-type: none"> - Provocar el estrés justo al organismo para tratar de mantener las adaptaciones conseguidas intentando generar la mínima fatiga. - Desarrollo potencia aeróbica (Vo2max). P6' o P'20 - Mantener capacidad aeróbica y fuerza. - Trabajo de capacidad anaeróbica. P'1
Recuperación	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar la fatiga. - Regeneración física.

4. Evaluación del programa

4.1. Evaluación inicial

▪ La entrevista inicial

En cualquier programa de entrenamiento individualizado debemos conocer primero al cliente que contrata nuestros servicios antes de prescribir los entrenamientos. Es necesario identificar todas las fortalezas y debilidades para adecuar nuestro plan a sus necesidades, su estilo de vida, su horario, su salud, etc. A continuación, presento el modelo de entrevista a emplear.

Tabla 6. Entrevista inicial. Elaboración propia.

ENTREVISTA INICIAL	
FECHA COMIENZO DE ENTRENAMIENTOS	
DATOS PERSONALES	
CORREO ELECTRÓNICO	
NOMBRE Y APELLIDOS	
ESTATURA	PROFESIÓN
PESO	FECHA DE NACIMIENTO
TELÉFONO MÓVIL	
HISTORIAL CLÍNICO Y ANALÍTICAS	
¿Tienes alguna patología en el presente? Si tienes especifica cuál.	
¿Has tenido alguna patología en el pasado? Si tienes especifica cuál.	
ANALÍTICAS	
HISTORIAL DEPORTIVO	
DEPORTES PRACTICADOS EN EL PASADO	
DEPORTES QUE PRACTICAS AHORA	
HORAS SEMANALES INVERTIDAS EN DEPORTE	
LESIONES SUFRIDAS	
MAYORES LOGROS	
MEDICACIÓN Y SUPLEMENTACIÓN	
TOMAS ALGÚN MEDICAMENTO	
TOMAS SUPLEMENTOS	
ALERGIAS E INTOLERANCIAS	
ALGUNA ALERGIA	
ALGUNA INTOLERANCIA	
ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS	
OBJETIVOS A CORTO PLAZO	
OBJETIVOS A LARGO PLAZO	
HORARIO DE ENTRENAMIENTO	
OTRAS COSAS A AÑADIR	

▪ Cuestionarios sobre hábitos y estado de ánimo

Para complementar la entrevista inicial, realizamos un cuestionario sobre hábitos y características del deportista. (Ver anexo 1).

▪ Analítica

Los análisis clínicos son una herramienta óptima para observar el estado de salud del deportista. No es necesario realizar analíticas muy complejas sino que con un hemograma completo (los datos de hemoglobina son importantes), velocidad de sedimentación globular, pruebas básicas de coagulación y perfiles bioquímicos generales de ferritina, hierro, magnesio y urea sería óptimo (Koeppen, B. M., & Stanton, 2018). (Ver anexo 3).

Los momentos óptimos para realizar analíticas durante la temporada serían:

- Al inicio de temporada.
- Antes del inicio de la fase de competición.
- Cuando se manifiesta algún síntoma que no tenga explicación lógica (fatiga y debilidad muscular, mareos, disminución de peso y/o rendimiento, etc.) (Tortora, Derrickson, Tzal, de los Ángeles Gutiérrez, & Klajn, 2002).

En el cronograma podemos observar el momento en el que se realizan cada uno de los test de la evaluación inicial (previa al comienzo de los entrenamientos), la temporalización de éstos a lo largo del macrociclo y la evaluación final (cuándo finalicen los entrenamientos).

Tabla 7. Calendario de evaluaciones (analítica, composición corporal...), competiciones y fechas a tener en cuenta. Elaboración propia.

Evaluación inicial previa a los entrenamientos. Temporalización analíticas, análisis de composición corporal y distintos tests de Jesús Castellano Chillas.						
SEMANA	7-13 marzo	14-20 marzo	21-27 marzo	28 marzo - 3 abril	04-10 abril	11-17 abril
MICROCICLO	Base 3	Intensidad 1	Recuperación	Intensidad 1	Recuperación/Intensidad 1	Intensidad 2
MESOCICLO	Base	Intensidad				
MACROCICLO	Macrociclo 1					
LUNES	ANALÍTICA					
MARTES	COMP. CORPORAL					
MIÉRCOLES						
JUEVES			DENTISTA			FISIO
VIERNES	PERFIL DE POTENCIA					
SÁBADO					Test FTP	
DOMINGO		Media maratón MTB		Maratón MTB		
SEMANA	18 - 24 abril	25 abril - 01 mayo	02-08 mayo	09-15 mayo	16-22 mayo	23 mayo - 29 mayo
MICROCICLO	Intensidad 1	Intensidad 1	Recuperación	Choque	Tapering	Competición
MESOCICLO	Intensidad				Tapering	
MACROCICLO	Macrociclo 1					
LUNES	ANALÍTICA		DENTISTA		FISIO	
MARTES						
MIÉRCOLES						
JUEVES			BIOMECÁNICA			
VIERNES						
SÁBADO		Trofeo primavera Viso				
DOMINGO						Campeonatos de andalucía carretera
Evaluación final y análisis de las competiciones de esta planificación.						

▪ Antropometrías y composición corporal

Las antropometrías son un método para evaluar la composición corporal que permiten además denotar el somatotipo, la distribución de masa grasa-masa muscular en brazos y piernas y el índice de masa corporal. Los atletas se caracterizan por una combinación de rasgos de composición corporal/tamaño corporal que se cree que influyen en las posibilidades de éxito en un deporte dado, por lo que se sugiere que la medición de la cineantropometría es una herramienta crucial en la búsqueda de información para ayudar a los entrenadores y atletas en la búsqueda del éxito al más alto nivel en el deporte (Sánchez-muñoz, Díaz, & Williams, 2012). (Ver anexo 4)

▪ Test en la evaluación inicial (perfil de potencia y FTP)

El test de UPF “Umbral de potencia funcional” se trata de un test de rendimiento para valorar los vatios que un deportista puede desarrollar a su umbral o LT2. La duración del test es de 60 minutos pero dada la dificultad que tiene encontrar una superficie óptima para desarrollarlo se ha realizado una adaptación de 20 minutos, a la cuál se le aplica un coeficiente para obtener las zonas de entrenamiento.

El test se realiza a una intensidad submáxima, antes de que el lactato se dispare y entremos en acidosis, por tanto es importante mantener una adecuada regulación del esfuerzo. Esta prueba también sirve para conocer nuestro “Máximo estado estable de lactato” (Allen & Coggan, 2019).

En un estudio llevado a cabo por McGrath et al. (2019) se constató que la prueba de FTP se considera representativa de la máxima potencia que un atleta altamente entrenado puede mantener en un estado casi estable durante 60 min. La concordancia entre las pruebas FTP repetidas de 20 minutos se consideró aceptable (Mcgrath, Mahony, Fleming, & Donne, 2019).

FECHA	09-abr-22	Observaciones: Hora del día, condiciones climáticas, presión de neumáticos, lugar de realización...		
Peso (Kg)	66	La ribera.		
Potencia absoluta 20' (w)	321			
Potencia absoluta UPF (w)	295			
Potencia relativa 20' (w/Kg)	4,86			
Potencia relativa UPF (w/Kg)	4,47			
FC media 20' (ppm)	183			
FC UPF (ppm)	179			
	POT INF	POT SUP	FC INF	FC SUP
Z1: REC ACTIVA	0	162	0	122
Z2: FONDO	162	221	122	149
Z3: RITMO	221	266	149	169
Z4: UMBRAL	266	310	169	188
Z5: VO ₂ MÁX	310	354	188	Máxima
Z6: CAPAC ACIDOTICA	354	443	NS	NS
Z7: ESPECIAL	443	Máxima	NS	NS

Figura 24. Test de Umbral de Potencia Funcional realizado a nuestro deportista. Elaboración propia.

El perfil de potencia es el máximo rendimiento que puede desarrollar un ciclista en distintos períodos de tiempo. Se puede extraer del propio entrenamiento diario o realizar un test específico para obtenerlo. Este perfil variará con el entrenamiento, la fatiga, la motivación... y habrá que contextualizarlo (Hopker & Jobson, 2012).

El protocolo para determinarlo es el siguiente:

Se calientan 30-45' incluyendo 5' a UPF y 3 x 1' a cadencia alta. El test comienza con 5' de "all-out" + 10' de recuperación suave + 1' de "all-out" + 5' de rec suave + 1' de "all-out" + 5' rec suave + 15'' de "all-out" + 2' rec suave + 15'' de "all-out". Tras el test se hacen al menos 15' suave de vuelta a la calma.

Del test se extraen los mejores valores de potencia promedio en 5'', 1' y 5', que se pueden combinar con el valor de UPF para completar el Perfil de Potencia Individual. Además, muchas veces los mejores valores se obtienen del "match" de datos de competiciones. Este perfil se irá actualizando (Allen & Coggan, 2019).

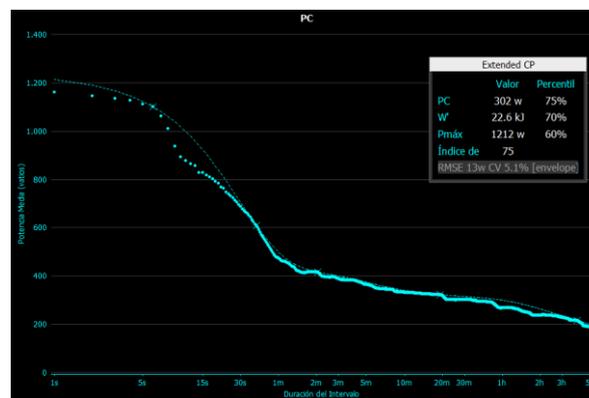


Figura 25. Curva de potencia de Jesús Castellano. Elaboración propia desde la aplicación Golden Cheetah.

▪ Test 1RM

Antes de comenzar el programa de entrenamiento, dedicaremos un día de la evaluación inicial para realizar test 1RM de los ejercicios a realizar en el trabajo de fuerza. Determinaremos la 1RM a partir del perfil carga-velocidad individual, con el método de dos cargas. En un estudio llevado a cabo por Jaric (2016) se constató que sólo dos pruebas de rendimiento máximo realizadas contra dos cargas distintas (es decir, el método de dos cargas) podrían revelar la relación fuerza-velocidad y, por lo tanto, distinguir directamente entre la fuerza, la velocidad y las capacidades de producción de potencia de los músculos que realizan dicha prueba (Jaric, 2016).

La metodología sería la siguiente:

- Selección óptima de las dos cargas (distancia óptima entre cargas).
- Procedimiento de evaluación:
 - Calentamiento adecuado.
 - 2-3 repeticiones de carga.

- Con un descanso completo.
- Análisis de los datos a través de Excel, dónde establecemos la relación carga-velocidad (Garcia-Ramos & Jaric, 2018).

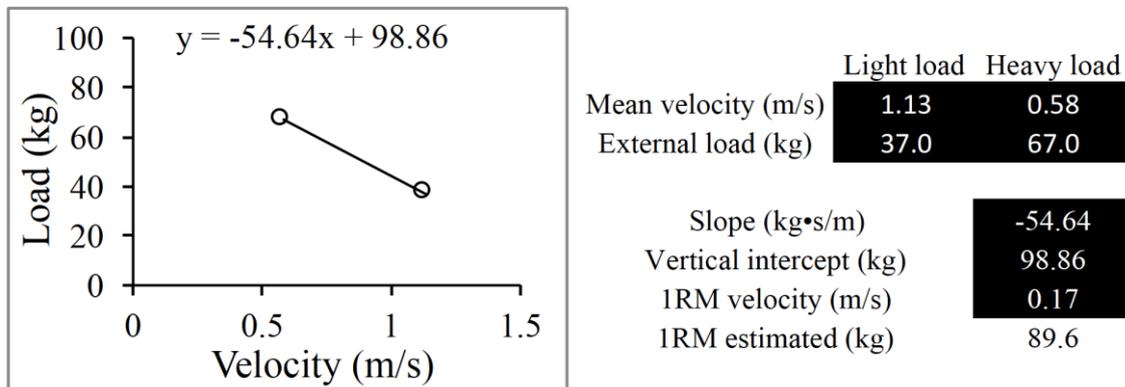


Figura 26. Estimación 1RM, extraído de (Pérez Castilla, 2022), Uso de la velocidad de ejecución para prescribir la intensidad del entrenamiento de fuerza.

4.2. Monitorización y evaluación continua

Para realizar el seguimiento del programa de entrenamiento y llevar a cabo una monitorización continua se usará un documento de Excel, que será compartido entre el cliente y el entrenador, que recogerá todos los datos de cada sesión de entrenamiento y será analizado semanalmente.

Comentarios post entrenamiento (importante)	Sensaciones (1-5)	Tiempo (minutos)	Kms	Ascenso (m)	PPM		Wattos		FOSTER		RPE	PESO	FI	TSS	CANSANCIO		HORAS
					max	med	medios	s (PN)	(RPE-tiempo)	(1-5)					SCORE HRV	SUEÑO	
Me veía bien de patas pese a haber competido el finde semana	3	80	40	600	180	135	135	143	320	4	66	0.55	55	2	7	7	
Cada vez nolo más fuerza con estas series que se complementan con el trabajo de gimnasio. Tengo mayor facilidad para esprintar.	4	150	69	1237	200	148	199	225	1125	7.5	66	0.782	189	4	8.5	8	
El último bloque me ha costado bastante porque iba muy fatigado. He ido comiendo e hidratándome bien.	4	240	106	2250	190	150	213	246	2040	8.5	66	0.834	304	5	8	7	
Bastante cansado	2	120	57	292	170	123	161	174	540	4.5	66	0.59	81	3	7.1	7	
Solo he podido completar un bloque que no he tenido tiempo para más.	3	120	61	630	205	136	202	229	960	8	66	0.767	228	4	8.5	8	
Muy buenas sensaciones pese a haber hecho las series ayer.	4	300	121	2580	195	146	189	223	2100	7	66	0.757	290	4	7.5	8	
	20	1010	454	7588	205				7085				1134	1134	7.84	53	
	3.333333333	168.33333	75.67				139.667	183.167	206.166667	6.583	66	0.71	189	189	7.5714		

Figura 27. Excel para registro de los datos de entrenamiento. Elaboración propia.

A nivel de carga externa, utilizamos los kilómetros totales y las horas totales para cuantificar el volumen que realiza el atleta. Mientras que la intensidad es cuantificada mediante los wattos medios y los wattos normalizados. La densidad, la medimos mediante la frecuencia de sesiones que realiza el atleta por semana (Wallace, Slattery, & Coutts, 2013).

Además añadimos dos coeficientes para valorar la carga externa e interna del deportista. Estos son el TSS (índice de estrés de entrenamiento) y el FI (factor de intensidad). El factor de intensidad divide la Potencia normalizada (PN) entre el UPF (umbral de potencia funcional) para relativizar el valor de intensidad en función del

estado de forma. Mientras, el índice de estrés de entrenamiento se calcula tal que así: $TSS = (\text{segundos} \cdot PN \cdot FI) / (UPF \cdot 3600) \cdot 100$. Contiene a nivel de carga externa, el tiempo (en minutos) y a nivel de carga interna, el factor de intensidad (obtenido en base a un test UPF) (Allen & Coggan, 2019).

En otro orden de cosas, a nivel de carga interna utilizamos las sensaciones tras el entrenamiento, en una escala de 1 a 5; las sensaciones tras el entrenamiento, de nuevo una escala de 1 a 10; el RPE BORG (índice de esfuerzo percibido), 30' después de haber finalizado el entrenamiento.

Además, a nivel fisiológico llevamos control tanto de la frecuencia cardíaca media como de la máxima. Para añadir, medimos la variabilidad de la frecuencia cardíaca cada mañana con la app HRV4training que nos aporta un score de 0 a 10, en función de la línea base del deportista y que también nos permite valorar su cansancio y malestar mediante un cuestionario subjetivo (Wallace et al., 2013).

En un estudio llevado a cabo por Altini et al. (2016), constataron que sus resultados sugerían una fuerte relación entre la frecuencia cardíaca, la variabilidad cardíaca y la carga de entrenamiento autoinformada independientemente del género y el grupo de edad. Los cambios en la HRV (variabilidad de la frecuencia cardíaca) debidos al entrenamiento fueron mayores que los de la frecuencia cardíaca. Por tanto concluyeron que el monitoreo de capacitación basado en teléfonos inteligentes es factible y puede usarse como una herramienta práctica para apoyar a grandes poblaciones fuera de entornos de laboratorio controlados (Altini & Amft, 2016).

Asimismo, se utiliza el índice de Foster, que incluye un componente de carga externa (tiempo en minutos) y uno de carga interna (el RPE de 0 a 10) (Foster et al., 2001). En un análisis sistemático llevado a cabo por Haddad et al. (2017) se confirmó la validez y buena confiabilidad y consistencia interna del método RPE de sesión en varios deportes y actividades físicas con hombres y mujeres de diferentes categorías de edad (niños, adolescentes y adultos) entre varios niveles de experiencia. Este método podría usarse como un método "independiente" para monitorear la carga de entrenamiento (TL), aunque algunos recomiendan combinarlo con otros parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca (Haddad, Stylianides, Djaoui, Dellal, & Chamari, 2017).

En resumen, el seguimiento adecuado de la carga de entrenamiento puede brindar información importante a los atletas y entrenadores; sin embargo, los sistemas de monitoreo deben ser intuitivos, proporcionar un análisis e interpretación de datos eficientes y permitir un informe eficiente de comentarios simples pero científicamente válidos (Halsen, 2014a).

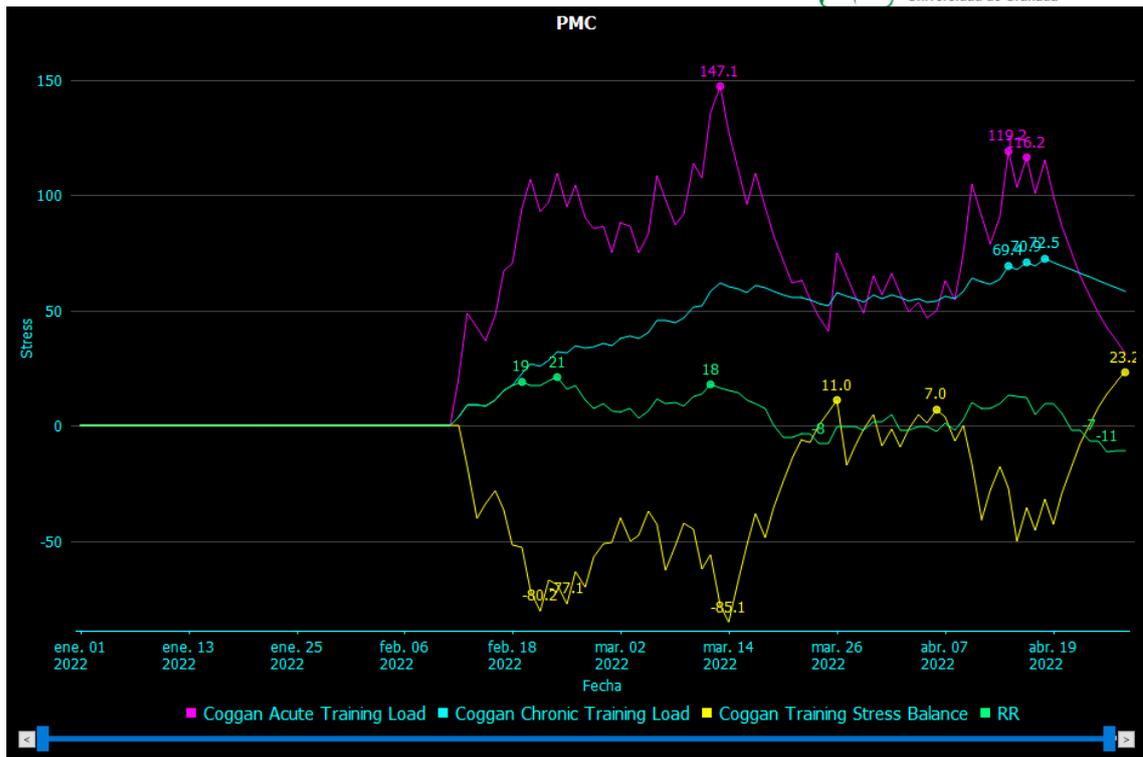


Figura 28. Gráfico gestión de rendimiento. Elaboración propia desde la aplicación Golden Cheetah.

En el siguiente gráfico de PMC (Gráfico de gestión del rendimiento) obtenido desde la aplicación Golden Cheetah, que puede ayudarnos a realizar un seguimiento y planificar el estado físico y la fatiga para asegurarnos de que el atleta está mejorando suficiente su rendimiento y recuperándose de manera óptima.

En las gráficas podemos observar los siguientes indicadores:

- ATL: La carga de entrenamiento aguda (fatiga) combina la duración y la intensidad para proporcionar un valor de cuánto ha entrenado recientemente un atleta. Se calcula en base a lo entrenado en los últimos 7 días.
- CTL: Carga de entrenamiento crónica (Fitness) combina la duración y la intensidad para proporcionar un valor de cuánto ha entrenado históricamente un atleta. Se calcula en base a lo entrenador en los últimos 42 días.
- TSB: Training Stress Balance (Forma) representa la diferencia en el equilibrio del estrés de entrenamiento. Se calcula restandole el ATL al CTL. El TSB no es un predictor del rendimiento, sino una medida de cuán adaptado está un atleta a su carga de entrenamiento (Allen & Coggan, 2019).

En el trabajo de fuerza, también llevaremos a cabo un registro del entrenamiento a través de Excel. La monitorización del entrenamiento de fuerza también resulta importante puesto que para cuantificar éste, es importante entender los numerosos factores que contribuyen a la intensidad general del entrenamiento, en lugar de simplemente la carga relativa que se levanta (Scott, Duthie, Thornton, Dascombe, & Scott, 2016).

- La carga interna la cuantificaremos a través del S-RPE post sesión, medida unos 30 minutos más tarde de la conclusión del entrenamiento. El método sRPE permite que el sujeto brinde una calificación global única de cuán difícil fue una sesión de entrenamiento completa usando una escala de RPE, y se ha informado como un indicador válido y confiable de la intensidad del entrenamiento de fuerza (Scott et al., 2016).
- A la hora de medir la carga externa, primeramente mediremos el volumen levantado de cada ejercicio para luego hacer un cómputo total de la sesión, de tal forma ($\text{Volumen} = \text{series} * \text{repeticiones} * \text{kilos levantados}$). Para llevar a cabo la medición de la intensidad de cada ejercicio, utilizaremos la siguiente fórmula ($\text{Intensidad} = \text{series} * \text{repeticiones} * \% \text{RM}$). (Campbell, Bove, Ward, Vargas, & Dolan, 2017)

Para concluir, todos los entrenamientos se registran en Garmin Connect, una herramienta para realizar el seguimiento, analizar y compartir tu actividad física desde cualquier dispositivo Garmin. También se registran en la plataforma Strava, una red social basada en Internet y GPS enfocada a deportistas como pueden ser ciclistas y corredores, para compartir sus entrenamientos diarios, sus competiciones y conocer a nuevos deportistas.

Tabla 8. Ejemplo hoja de control entrenamiento de fuerza. Elaboración propia.

Control entrenamiento fuerza							Totales	
Semana 11-17 abril		Media sentadilla	Press banca	Peso muerto	Sentadilla búlgara	Elevación de gemelos		Puente de glúteos
Carga externa	Volumen	1920	720	1152	1050	420	2304	7566
	Intensidad	19,2	12	14,4	21	8,4	19,2	94,2
Carga interna	S-RPE	30' post sesión						7,5

4.3. Evaluación Final

Tras la finalización del programa de entrenamiento se procede a realizar una evaluación final para valorar el proceso y todo el trabajo llevado a cabo en conjunto entre el atleta y el entrenador. Como se trata de un programa de entrenamiento de 12 semanas, la evaluación final se llevará a cabo una vez finalice el plan de entrenamiento. Se realizará una comparación entre todos los tests expuestos en la evaluación inicial con una tabla (ver anexo 4). Desde el programa se desea que el cliente continúe los entrenamientos puesto que será señal de que está motivado y en los tests se habrán encontrado mejoras. Además, de todo lo “medible” se buscan mejoras en la calidad de vida y mayor capacidad para afrontar nuevos retos. Para añadir, es importante que el deportista cree adherencia por la práctica de actividad física pese a las posibles lesiones o los sustos que se puedan dar durante la práctica deportiva, ya que en muchas ocasiones montar en bici puede llegar a convertirse en una filosofía de vida.

5. Desempeño y Desarrollo profesional

Tras la realización del programa de entrenamiento, en el que se buscaba la mejora del rendimiento en un ciclista amateur, se ha puesto de manifiesto que no todo es el entrenamiento. Si no vas a ganarte la vida con el deporte tienes que pasártelo bien con él y no olvidar los otros aspectos de la vida como son estudios, familia, amigos, etc. Todos, en su justa medida, son piezas que se complementan y ayudan a completar el puzzle del rendimiento. El programa, con su correspondiente individualización según cada atleta, está totalmente adaptado y resulta factible para cualquier centro de entrenamiento o para cualquier atleta de resistencia, independientemente de la disciplina que practique. Igualmente, necesitamos cambiar la idea tan arraigada en la sociedad de que el deporte en búsqueda de rendimiento no resulta saludable.

Un estudio llevado a cabo por investigadores españoles comparó a 834 participantes en el Tour de Francia entre los años 1930 y 1964 con una muestra de población general. Los resultados fueron reveladores. La longevidad de los ciclistas fue un 17% mayor. La edad a la que murió el 50% de la población general fue de 73,5, frente a los 81,5 años de los corredores del Tour de Francia (F. Sanchis-Gomar, Olasso-Gonzalez, Corella, Gomez-Cabrera, & Vina, 2011). Igualmente, un metaanálisis realizado por el grupo de investigación de Alejandro Lucía que incluyó a 42.087 atletas de élite concluyó que estos tenían un 27% menos de riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular y un 40% por cáncer en comparación con la población general (Fabian Sanchis-Gomar et al., 2016).

Durante los cuatro años de carrera he podido ir complementando todos mis conocimientos y habilidades para poder impulsar de la manera más adecuada este programa de entrenamiento. Al principio de ésta, con un aprendizaje más general, y durante los últimos años especificándome en los deportes de resistencia. Previamente, no disponía de experiencia profesional en el trato con deportistas de resistencia, sin embargo durante todos estos últimos años me había ilusionado por estos deportes. Y por ello, decidí plantear esta temática ya que me gustaría en el futuro dedicarme a ello y seguir aplicando y completando todo lo aprendido durante la carrera.

Por otra parte, desde que llegué a Granada practico carreras de fondo, duatlón y ciclismo, siendo deportista de alto rendimiento, por tanto estos deportes son mi punto fuerte y me resulta apasionante poder trabajar y asesorar a estos deportistas. Este hobby me permite combinar todo el trabajo teórico e integrarlo de manera más sencilla. Sin embargo, el conocimiento no ocupa lugar, y necesito aprender en otras áreas como el entrenamiento de fuerza para optimizar el programa.

Es importante destacar que el deporte de alto rendimiento o el deporte de resistencia, que tiene una gran demanda física, no suele estar bien visto por la sociedad actual ya que requiere de sacrificios diarios, cuidar la alimentación y el descanso. Por tanto, resulta importante que eduquemos a nuestros deportistas buenos hábitos y que aportemos información científica que certifique nuestra opinión.

El ámbito de las ciencias del deporte y del rendimiento se actualiza de manera constante en base a la ciencia. Debemos estar en la vanguardia e ir actualizando todas las áreas de búsqueda de información, para lograr mejorar como entrenadores y ser buenos profesionales del deporte en todos sus ámbitos.

6. Conclusiones

La figura del graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte sigue cobrando más importancia día tras día. Cada vez se demuestra con más estudios e investigaciones el importante rol del deporte en nuestra salud y es ahí dónde entramos en acción los profesionales del ejercicio físico. Debemos incentivar los buenos hábitos entre la población y motivar a la gente para que practique ejercicio físico, la verdadera polipíldora.

El entrenador trabaja el estado de forma, la nutrición, la preparación mental...pero además es responsable de formar a una persona con sólidos valores morales, que a su vez le capaciten no sólo para afrontar cualquier actividad física con dignidad e integridad, sino también que tenga una preparación óptima para todos los aspectos de la vida. Por tanto, el preparador desempeña multitud de roles y consigue amoldar su relación con el deportista.

Como supervisores somos los encargados de transformar las ideas de los deportistas para definir objetivos tangibles y establecer un punto de partida actual. Durante el proceso, deberemos monitorizar todos los cambios posibles, ya que, como dijo Lord Kelvin en su día, “lo que no se mide, no se puede mejorar”. Debemos ser la mano derecha del deportista y mantener una comunicación regular, ser su punto de apoyo en los momentos más difíciles... Por último, durante las competiciones recibiremos recompensas pero también jarros de agua fría, que harán que en ciertas ocasiones tendamos a dejarnos llevar por el éxito o el fracaso. Ante eso, tenemos que mantener los pies en la tierra y seguir sumando a la mochila de la experiencia, tanto atleta como entrenador.

7. Referencias Bibliográficas

- Alcalde Gordillo, Y. (2011). *Ciclismo y Rendimiento* (Ediciones).
- Algarra, J. L., & Gorrotxategi, A. (2012). *El Entrenamiento en el Ciclismo de Ruta*. Biocorp Europa SL.
- Allen, H., & Coggan, A. (2019). *Training and racing using a power meter* (VeloPress.). VeloPress.
- Altini, M., & Amft, O. (2016). HRV4Training : Large-Scale Longitudinal Training Load Analysis in Unconstrained Free-Living Settings Using a Smartphone Application. *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2610–2613.
- Ander Guaza y Juanto Uribarri. (2005). APM-Altimetrías. Retrieved from <https://www.altimetricas.net/>
- Badillo, G., & Serna, R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza (Inde)*. Barcelona.
- Barreto-Silva, V., Bigliassi, M., & Altimari, L. R. (2018). Psychophysiological effects of motivational music during the 5km run: A pilot study. . *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 11(4), 219–223. <https://doi.org/10.33155/j.ramd.2016.05.001>
- Borszcz, F. K., Tramontin, A. F., Bossi, A. H., Carminatti, L. J., Costa, V. P., & Simone, R. P. (2018). Functional Threshold Power in Cyclists : Validity of the Concept and Physiological Responses Authors. *International Journal of Sports Medicine*, 737–742.
- Campbell, B. I., Bove, D., Ward, P., Vargas, A., & Dolan, J. (2017). Quantification of training load and training response for improving athletic performance. *Strength & Conditioning Journal*, 39(5), 3–13.
- Cardona, C., Cejuela Anta, R., Esteve Lanao, J., Casado, A., Fernández Vaquero, A., Moreno Pérez, D., ... Quiroga Díaz, J. E. (2019). *Manual para entrenar deportes de resistencia*. (Editor ind).
- Cheung, S. S., & Zabala, M. (2017). *Cycling Science* (Human Kine).
- Chicharro, J. L. (2021). Fisiología del Ejercicio - JL Chicharro. Retrieved from www.fisiologiadelejercicio.com
- Clemente-Suárez, V. J., & Ramos-Campo, D. J. (2019). Effectiveness of Reverse vs . Traditional Linear Training Periodization in Triathlon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, d, 1–13.
- Esteve Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of Training Intensity Distribution on Performance in Endurance Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Faria, E. W., Parker, D. L., & Faria, I. E. (2005). The Science of Cycling Physiology and Training. *Sports Medicine*, 35(4), 285–312.

- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate Threshold Concepts How Valid are They? *Sports Medicine*, 39(6), 469–490.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Garcia-Ramos, A., & Jaric, S. (2018). Two-point method: A quick and fatigue-free procedure for assessment of muscle mechanical capacities and the 1 repetition maximum. *Strength & Conditioning Journal*, 40(2), 54–66.
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11(November). <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
- Halson, S. L. (2014a). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Halson, S. L. (2014b). Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep. *Sports Medicine*, 44, 13–23. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0147-0>
- Hendijani, R., Bischak, D. P., Arvai, J., & Dugar, S. (2016). Intrinsic motivation, external reward, and their effect on overall motivation and performance. *Human Performance*, (April). <https://doi.org/10.1080/08959285.2016.1157595>
- Hopker, J., & Jobson, S. (2012). *Performance cycling: The science of success.pdf* (A&C Black). Bloomsbury.
- Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports. *Sports Medicine*.
- Hydren, J. R., & Cohen, B. S. (2015). Current scientific evidence for a polarized cardiovascular endurance training model. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(12).
- Impellizzeri, F. S. F. M., Porcelli, J. S. S., Requena, J. O. B., & Arrones, L. S. (2020). Impact of Potential Physiological Changes due to COVID - 19 Home Confinement on Athlete Health Protection in Elite Sports: a Call for Awareness in Sports Programming. *Sports Medicine*, 50(8), 1417–1419. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01297-6>
- Jaric, S. (2016). Two-Load Method for Distinguishing Between Muscle Force, Velocity, and Power-Producing Capacities. *Sports Medicine*, 46(11), 1585–1589. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0531-z>
- Javaloyes, A., Sarabia, J. M., Lamberts, R. P., & Moya-Ramon, M. (2018). Training prescription guided by heart-rate variability in cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 1, 35–44. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834>

- Kiely, J. (2018). Periodization Theory: Confronting an Inconvenient Truth. *Sports Medicine*, 48(4), 753–764. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0823-y>
- Koeppen, B. M., & Stanton, B. A. (2018). *Berne y Levy. Fisiología*. (Elsevier H).
- Kuipers, B., & Keizer, B. A. (1988). Overtraining in Elite Athletes. *Sports Medicine*, 92, 79–92.
- Lamberts, R. P., Swart, J., Noakes, T. D., & Lambert, M. I. (2009). Changes in heart rate recovery after high-intensity training in well-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 705–713. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0952-y>
- Leigh, D. (2009). *SWOT analysis. Handbook of Improving Performance in the Workplace*.
- Lucía, A., Hoyos, J., & Chicharro, J. L. (2001). Physiology of Professional Road Cycling. *Sports Medicine*, 31(5), 325–337.
- Marcora, S. M., & Staiano, W. (2010). The limit to exercise tolerance in humans : mind over muscle? *European Journal of Applied Physiology*, 763–770. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1418-6>
- Marquet, L., Brisswalter, J., Louis, J., Tiollier, E. V. E., Burke, L. M., Hawley, J. A., & Hausswirth, C. (2016). Enhanced Endurance Performance by Periodization of Carbohydrate Intake. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, (35), 663–672. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000823>
- Martin, A., Ph, D., Rief, W., Ph, D., Klaiberg, A., Psych, D., ... Ph, D. (2006). Validity of the Brief Patient Health Questionnaire Mood Scale (PHQ-9) in the general population. *General Hospital Psychiatry*, 28, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsy.2005.07.003>
- Mcgrath, E., Mahony, N., Fleming, N., & Donne, B. (2019). Is the FTP Test a Reliable , Reproducible and Functional Assessment Tool in Highly-Trained Athletes ? *International Journal of Exercise Science*, (4).
- Mignot, J.-F. (2016). The history of professional road cycling. In *The economics of professional road cycling* (pp. 7–31). Springer.
- Movistar Team. (2015). *ANAMNESIS Y CUESTIONARIO SOBRE HÁBITOS Y CARACTERÍSTICAS DEL CICLISTA*.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Medicine*, 31(7), 479–487.
- Pallarés, J. G., & Morán-Navarro, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 119–136.
- Passfield, L., Hopker, J. G., Jobson, S., Friel, D., & Zabala, M. (2017). Knowledge is power: Issues of measuring training and performance in cycling. *Journal of Sports Sciences*, 35(14), 1426–1434.

- Pérez Castilla, A. (2022). *Uso de la velocidad de ejecución para prescribir la intensidad del entrenamiento de fuerza.*
- Périard, J. D., Eijssvogels, T. M., & Daanen, H. A. (2021). Exercise under heat stress: Thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies. *Physiological Reviews*, 1873–1979. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2020>
- Plews, D., Scott, B., Altini, M., Wood, M., Kilding, A., & Laursen, P. (2017). Comparison of Heart-Rate-Variability Recording With Smartphone Photoplethysmography, Polar H7 Chest Strap, and Electrocardiography. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Plews, Daniel, Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes : Opening the Door to Effective Monitoring. *Sports Medicine*, 773–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Podlogar, T., Leo, P., & Spragg, J. (2022). Using VO2max as a marker of training status in athletes-can we do better? *Journal of Applied Physiology*.
- Poole, D. C., Burnley, M., Vanhatalo, A., Rossiter, H. B., Andrew, M., Sciences, E., & Sciences, H. (2017). Critical power: an important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(11), 2320–2334. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000939>.Critical
- Racinais, S., Mohr, M., Buchheit, M., Voss, S. C., Gaoua, N., Grantham, J., & Nybo, L. (2012). Individual responses to short-term heat acclimatisation as predictors of football performance in a hot, dry environment. *British Journal of Sports Medicine*, 46(11), 810–815.
- Rodríguez-Marroyo, J. A., Pernía, R., Villa, J. G., & Foster, C. (2017). Reliability and Seasonal Changes of Submaximal Variables to Evaluate Professional Cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Vegge, G., Tønnessen, E., & Slettaløkken, G. (2014). Short intervals induce superior training adaptations compared with long intervals in cyclists – An effort-matched approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1–9. <https://doi.org/10.1111/sms.12165>
- Sánchez-muñoz, C., Díaz, M. Z., & Williams, K. (2012). Anthropometric variables and its usage to characterise elite youth athletes. *Handbook of Anthropometry*.
- Sánchez, J. M., Lorenzo, A., & Jiménez, S. L. (2017). El entrenador como mentor de jugadores en formación : un estudio de relaciones entrenador-deportista positivas. *Revista de Psicología Del Deporte*, 26, 95–99.
- Sanchis-Gomar, F., Olaso-Gonzalez, G., Corella, D., Gomez-Cabrera, M. C., & Vina, J. (2011). Increased Average Longevity among the " Tour de France " Cyclists Increased Average Longevity among the “ Tour de France ” Cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, (January 2015). <https://doi.org/10.1055/s-0031-1271711>
- Sanchis-Gomar, Fabian, López-ramón, M., Alis, R., Garatachea, N., Pareja-galeano, H.,

- Santos-lozano, A., ... Lucia, A. (2016). No evidence of adverse cardiac remodeling in former elite endurance athletes. *International Journal of Cardiology*, 222, 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.197>
- Santalla, A., Naranjo, J., & Terrados, N. (2009). Muscle Efficiency Improves over Time in World-Class Cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (April). <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318191c802>
- Scott, B. R., Duthie, G. M., Thornton, H. R., Dascombe, B. J., & Scott, B. R. (2016). Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports Medicine*, 46(5), 687–698. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0454-0>
- Seiler, K. S., & Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “ optimal ” distribution? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 49–56. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>
- Too, D. (1990). Biomechanics of Cycling and Factors Affecting Performance. *Sports Medicine*, 10(5), 286–302.
- Tortora, G. J., Derrickson, B., Tzal, K., de los Ángeles Gutiérrez, M., & Klajn, D. (2002). *Principios de anatomía y fisiología*. (Médica Pan).
- Viribay, A. (2019). Glut4Science. Retrieved from <https://glut4science.com/>
- Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2013). A comparison of methods for quantifying training load: Relationships between modelled and actual training responses. *European Journal of Applied Physiology*, (February 2019). <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2745-1>
- Yamamoto, L. M., Klau, J. F., Casa, D. J., Kraemer, W. J., Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (2010). The Effects of Resistance Training on Road Cycling Performance Among Highly Trained Cyclists: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (11), 560–566.
- Zabala, M. (2017). *Apuntes de ciclismo. El entrenamiento de fuerza aplicado al ciclismo*.

8. Anexos

Anexo 1: Anamnesis y cuestionario sobre hábitos y características del ciclista, extraído de (Movistar Team, 2015).



ANAMNESIS Y CUESTIONARIO SOBRE HáBITOS Y CARACTERÍSTICAS DEL CICLISTA

DATOS PERSONALES:

Fecha cuestionario: _____

Nombre: _____ Fecha Nac. _____

Correo electrónico: _____ Teléfono: _____

Edad (años cumplidos en el momento de realizar la encuesta) _____

Sexo _____ Varón Mujer

Peso en forma (Kg) _____

Talla (m) _____

ANAMNESIS:

1. ¿Has sufrido alguna lesión con anterioridad? (especificar qué y cuándo) -p.e fractura escafoides mano derecha,...-.

2. ¿Tienes algún dolor o molestia durante el entrenamiento o competición?:
NO SI (especificar qué y cuando en caso afirmativo) -p.e. dolor rodilla derecha con frío-.



3. ¿Conoces algún tipo de antecedente familiar (padre, madre, hermano,...) de enfermedades o singularidades? -p.e. Ácido úrico alto, infarto, cáncer,...-.

4. Valora de 0 a 10 tu estado de SALUD GENERAL en este momento: _____

5. Valor de 0 a 10 tu estado de FORMA ACTUAL en este momento: _____

CUESTIONARIO NUTRICIONAL:

1. ¿Cuántas comidas realizas habitualmente en un día? *Señala con una cruz donde corresponda.*

1 comida	2 Comidas	3Comidas	4 Comidas	5Comidas o más

2. ¿Qué sueles desayunar habitualmente y a qué hora?

No desayuno	
-------------	--

3. ¿Qué sueles comer a media mañana (en caso que lo realices) y a qué hora?

No como a media mañana	
------------------------	--

4. ¿Qué sueles almorzar (comida) habitualmente y a qué hora?

No almuerzo	
-------------	--



13. Fuera de competición/entrenamiento ¿Qué cantidad de agua (litros) tomas al día aproximadamente?

14. ¿Tomas algún tipo de medicación o ayuda ergogénica? No Sí

(en caso afirmativo especificar qué, cantidad y cuándo lo tomas)

15. En estos casos de dolencias-enfermedades comunes, ¿Qué suele tomar?

Dolor de cabeza	
Dolor muscular	
Resfriado / enfriamiento	
Dolor de garganta	
Gripe	
Otros (específica)	

CUESTIONARIO HÁBITOS DE DESCANSO:

1. ¿Cuántas horas sueles dormir de promedio al día? *Señala con una cruz donde corresponda.*
2. ¿Haces siesta habitualmente? *Señala con una cruz donde corresponda.*
Si No
3. ¿A qué hora te sueles acostar? *Señala con una cruz donde corresponda.*
4. ¿A qué hora te sueles levantar? *Señala con una cruz donde corresponda.*
5. ¿Cuántas horas habitualmente permaneces de pie al día? _____
6. ¿Cuántas horas habitualmente caminas al día? _____



CUESTIONARIO HÁBITOS DE ENTRENAMIENTO:

1. Años de práctica en el ciclismo: _____
2. Kilometraje semanal -semana entrenamiento de carga- (km/sem): _____
3. Kilometraje anual (km/año): _____
4. En temporada, normalmente, la frecuencia semanal de entrenamiento es de (sesiones/sem): _____ y (horas/semana): _____
5. En temporada, periodo de carga, el número de horas entrenamiento diario es de (horas/día): _____
6. ¿Cuántos días de competición hiciste el último año? _____
7. ¿De cuánto tiempo realizas el paréntesis-descanso al acabar la temporada?
_____ días

Durante ese descanso, ¿Haces algún tipo de actividad física?

Si No

En caso afirmativo, ¿Cuál/es actividad/es? (p.e. Trekking, Natación...)

8. Describe el entrenamiento típico ó tipo de MAYOR carga que realizabas la última temporada (tiempo y FC aproximadamente):

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Descripción:						
Intensidad:						
Tiempo:						
FC promedio del entreno:						

*Intensidad= 1-baja o suave, 2-media, 3-alta, 4-elevada, 5-máxima.



9. Describe el entrenamiento típico ó tipo de carga MEDIA que realizabas la última temporada (tiempo y FC aproximadamente):

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Descripción:						
Intensidad:						
Tiempo:						
FC promedio del entreno:						

*Intensidad= 1-baja o suave, 2-media, 3-alta, 4-elevada, 5-máxima.

10. Describe el entrenamiento típico ó tipo de RECUPERACIÓN que realizabas la última temporada (tiempo y FC aproximadamente):

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Descripción:						
Intensidad:						
Tiempo:						
FC promedio del entreno:						

*Intensidad= 1-baja o suave, 2-media, 3-alta, 4-elevada, 5-máxima.

11. Al inicio de temporada, ¿A qué porcentaje de tu capacidad crees que estás? (de 0 a 100).

12. A mitad de temporada, ¿A qué porcentaje de tu capacidad crees que estás? (de 0 a 100).

13. Al final de Temporada, ¿A qué porcentaje de tu capacidad crees que estás? (de 0 a 100).

14. ¿Te cuesta comenzar la temporada con buenos resultados?

Si No



15. A mitad de temporada, ¿sueles estar seguro (más ó menos) de cómo vas a rendir?

Si No

16. ¿Se te hace la temporada demasiado larga?

Si No

En caso afirmativo, ¿A qué crees que se debe?

17. ¿En qué meses sueles rendir MEJOR y por qué crees que sucede esto?

18. ¿En qué meses sueles rendir PEOR y por qué crees que sucede esto?

19. Para disputar el Giro de Italia, al margen de la calidad, ¿cuántos kilómetros consideras deberías haber acumulado?

20. Para disputar el Tour de Francia, al margen de la calidad, ¿cuántos kilómetros consideras deberías haber acumulado?

21. Para disputar la Vuelta a España, al margen de la calidad, ¿cuántos kilómetros consideras deberías haber acumulado?

22. ¿Haces trabajo de técnica? (pedaleo, trazadas...)

Si No

En caso afirmativo, ¿De qué tipo?

23. ¿Sueles calentar antes de entrenar?

Si No

En caso afirmativo, describe el calentamiento que realizas habitualmente:



24. ¿Sueles hacer Vuelta a la Calma tras entrenar?

Si No

En caso afirmativo, describe la vuelta a la calma que realizas habitualmente:

25. ¿Cómo te definirías como corredor? Señala con una cruz donde corresponda.

	Muy (Mucho)	Bastante	Normal	Poco	Muy poco
Potente, explosivo					
Resistente, "diesel"					
Técnico					
Táctica					

26. ¿En qué aspecto te gustaría mejorar? Señala con una cruz donde corresponda.

Potencia/Explosividad	Resistencia/Fondo	Técnica	Táctica

27. Últimamente ¿Crees que has evolucionado o empeorado en algún aspecto?

Si No

En caso Afirmativo, ¿En qué has mejorado o empeorado?



28. Cita los medios de entrenamiento que MEJOR y PEOR te van y CUÁNDO:

Me va mejor, me gusta hacer... (p.e. tras moto en precompetición, nadar en pretemporada, series de arrancadas de potencia...)	Me va peor, no me gusta hacer (p.e. series acidóticas, correr en pretemporada, nadar...)

29. ¿Compatibilizas esta actividad con alguna otra? (p.e. estudiar idiomas):

Si No
¿Cuál/es?

30. Define tus Objetivos para la Temporada que viene (Tipo de Prueba y Puesto a conseguir):



COMENTARIOS-OBSERVACIONES QUE QUIERAS DESTACAR:



Anexo 2: Análítica de Jesús Castellano. Elaboración propia a través de la aplicación ClicSalud.

Informe de prueba analítica

[Volver a pruebas analíticas](#)

Imprimir

Hospital Universitario de Jerez de la Frontera
Nº Petición: 44043824

INFORME DE LOS LABORATORIOS CLÍNICOS

Usuario: JESUS CASTELLANO
Tipo Asistencia: Asistencia Primaria
Nombre: JESUS CIP CA (NUHSA): AN0130610295 Fecha nac.: 30/09/1995
Apellido 1: CASTELLANO NHC: AN0130610295 Sexo: Hombre
Apellido 2: CHILLA NASS: AN0130610295 Código SNS:
DNI: 077496777W

Solicitante: Prof. (00019303707) Aguilar Bueno, Patricia
Destinatario: Prof. (00019303707) Aguilar Bueno, Patricia
Centro: (21328) Ubrique Centro: (21328) Ubrique
Servicio: Servicio:

Fecha de solicitud: 20/08/2019 13:10
Carácter de la petición: Rutina

Motivo de Demanda: Control
Motivo de Consulta: DOLOR DE garganta
Juicio Clínico: Faringitis aguda

Laboratorio: (004244) Análisis Clínicos - Hospital Universitario de Jerez de la Frontera

Nº de muestra/laboratorio	Fecha de toma de muestra	Último Resultado	Fecha del informe
13234812	03/03/2022 09:10	04/03/2022 16:12	Susceptible cambios

Prueba	Resultado	Unidad	Valores referencia
HEMATOLOGÍA GENERAL			
Hemograma completo			
Leucocitos (recuento)	6,48	x 10 ³ /µL	4,00 - 11,00
Hemates (recuento)	4,84	x 10 ⁶ /µL	4,30 - 5,75
Hemoglobina	13,8	g/dL	13,5 - 17,2
Hematocrito	43,6	%	39,5 - 50,5
Volumen corpuscular medio	90,1	fL	80,0 - 101,0
Hemoglobina corpuscular media	28,5	pg	27,0 - 34,0
Concentración de hemoglobina corpuscular media	31,7	g/dL	31,5 - 36,0
Dispersión de hemates (volumen)	13,1	%	11,6 - 14,5
Plaquetas (recuento)	225	x 10 ³ /µL	130 - 400
Volumen plaquetario medio	12,1	fL	5,9 - 15,0
Plaquetocrito	0,27	%	0,10 - 0,40
Neutrófilos (recuento)	2,81	x 10 ³ /µL	1,50 - 7,70
Linfocitos (recuento)	2,38	x 10 ³ /µL	0,90 - 5,00
Monocitos (recuento)	0,68	x 10 ³ /µL	0,10 - 0,90
Eosinófilos (recuento)	*0,56	x 10 ³ /µL	0,02 - 0,55
Basófilos (recuento)	0,05	x 10 ³ /µL	0,00 - 0,20
Neutrófilos (porcentaje)	43,40	%	42,00 - 77,00
Linfocitos (porcentaje)	36,70	%	20,00 - 44,00
Monocitos (porcentaje)	*10,50	%	2,00 - 10,00
Eosinófilos (porcentaje)	*8,60	%	0,50 - 5,50
Basófilos (porcentaje)	0,80	%	0,00 - 1,75

BIOQUÍMICA GENERAL (SANGRE)

<https://www.sspa.juntadeandalucia.es/serviciandaluzdesalud/clicsalud/pages/ciudadano/historia/pruebasAnaliticasDetalle.jsf>

1/2

22/4/22, 17:10	Informe de prueba analítica		
Glucosa	75	mg/dL	70-105
Creatinina	0,94	mg/dL	0,72 - 1,26
Acido úrico	5,7	mg/dL	3,5 - 7,2
Filtrado glomerular (1,73 m ² (estimado))	118	mL/min	60 - 130
			Interpretación Filtrado Glomerular Estimado (KDIGO 2012)
			Resultado mL/min/1.73 m ² Interpretación >90 Normal. 60-90 Cálculo inexacto, compatible con normalidad, grado 1 ó 2 si persiste más de 3 meses. 45-59 Indicativo de ERC ligera a moderada (G3a). 30-44 Indicativo de ERC moderada a grave (G3b). 15-29 Indicativo de ERC grave (G4). <15 Indicativo de ERC con fallo renal (G5).
Coolesterol	136	mg/dL	1 - 200
Triglicéridos	72	mg/dL	4 - 150
Gamma glutamiltransferasa	12	U/L	2 - 42
Alanina transaminasa	35	U/L	1 - 41
HORMONAS (SANGRE)			
Tirotropina	1,020	µUI/mL	0,350 - 4,940
URIANÁLISIS			
Sistemático de orina			
Densidad (orina; tira color)	*1030,000		1005,000 - 1025,000
pH (orina; tira color)	6,0		5,0 - 8,0
Proteínas (orina; tira color)	Negativo	mg/dL	
Glucosa (orina; tira color)	Normal	mg/dL	
Bilirrubina (orina; tira color)	Normal		
Urobilinógeno (orina; tira color)	Normal	mg/dL	
Cuerpos cetónicos (orina; tira color)	Negativo	mg/dL	
Leucocitos (orina; tira color)	Negativo	x 1/µL	
Hemates (orina; tira color)	Negativo	x 1/µL	
Nitritos (orina; tira color)	Negativo		

Validado por
Validación técnica

Anexo 3: Informe de antropometría y análisis de composición corporal. Elaboración propia.

DATOS		RESULTADOS			
APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____ GÉNERO: _____ ESPECIALIDAD: _____ FECHA DE NACIMIENTO: _____ FECHA DE MEDICIÓN: _____					
DATOS ESPECÍFICOS	EDAD	0	INDICE MASA CORPORAL (IMC): kg/m ²		20,809
	PESO	65,0	LONGITUD RELATIVA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR		
PLIEGUES CUTÁNEOS	TALLA	174,0	LONGITUD RELATIVA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR		
	TALLA SENTADO		INDICE INTERMEMBRAL		
	ENVERGADURA		INDICE BRAQUIAL		
	TRICEPS	11,00	INDICE CRURAL		
	BICEPS	5,00	INDICE CÓRICO		
	SUBSCAPULAR	10,17	INDICE ESQUELÉTICO		
	AXILAR		INDICE ACROMIO-ILÍACO		
	PECTORAL		ENVERGADURA RELATIVA		
	SUPRAILÍACO	17,50	AREA TOTAL	AREA MUSC.	AREA GRASA
	SUPRAESPINAL	7,67	BRAZO	62,39	31,69
ABDOMINAL	17,83	PIERNA	193,41	172,25	21,16
MUÑOLO	8,83				17,1463142
CEFÁLICO	5,33				10,9410785
PERÍMETROS	HOMBROS				
	MEIOESTERNAL				
	CINTURA				
	CADEIRA				
	BICEPS RELAJADO	28,0			
	BICEPS CONTRAÍDO	29,5			
	ANTEBRAZO				
	MUÑECA				
	MUÑOLO 1	49,3			
	MUÑOLO 2	35,0			
DIÁMETROS	BIACROMIAL				
	TRANS. TORAX				
	A.P. TORAX				
	BIBILOCRESTAL				
	BICOND. HÚMERO	6,3			
	BIBIETH. OÍDEO	5,3			
	BICOND. FÉMUR	9,7			
LONGITUDES	EXTREMIDAD SUPERIOR				
	BRAZO				
	ANTEBRAZO				
	MANO				
	MUÑOLO				
	PIERNA				
COMPOSICIÓN CORPORAL	RESULTADOS GRASO: 9,04 OSEO: 7,82 MUSCULAR: 30,95 RESIDUAL: 15,18 % GRASO (FAULKNER): 14,35 % OSEO: 12,42 % MUSCULAR: 49,13 % RESIDUAL: 24,10		SOMATOCARTA 		
	VALORES DE REFERENCIA 06/03/2010				
			ENDOMORFIA (Ed) 3,87 MESOMORFIA (Mm) 4,00 ECTOMORFIA (Ee) 3,45 X -0,44 Y 0,70		
			ALTURA DEL BANCO 43,5		
			DATOS ESPECÍFICOS EDAD PESO 65 TALLA 174 1,74 TALLA SENTADO ENVERGADURA		
			PLIEGUES CUTÁNEOS TRICEPS 11,0 11,0 11,0 BICEPS 5,0 5,5 4,5 SUBSCAPULAR 9,5 10,5 10,5 AXILAR PECTORAL SUPRAILÍACO 16,5 18,5 17,5 SUPRAESPINAL 7,5 7,5 8,0 ABDOMINAL 16,5 17,5 18,0 MUÑOLO 9,0 8,5 9,0 PIERNA 5,0 5,5 5,5		
			PERÍMETROS CEFÁLICO HOMBROS MEIOESTERNAL CINTURA CADEIRA BICEPS RELAJADO 28,0 BICEPS CONTRAÍDO 29,5 ANTEBRAZO MUÑECA MUÑOLO 1 49,3 MUÑOLO 2 35,0 TOBILLO		
			DIÁMETROS BIACROMIAL TRANS. TORAX A.P. TORAX BIBILOCRESTAL BICOND. HÚMERO 6,3 BIBIETH. OÍDEO 5,3 BICOND. FÉMUR 9,7 BIMALLEAR		
			LONGITUDES EXTREMIDAD SUPERIOR 0 BRAZO 0 ANTEBRAZO 0 MANO 0 MUÑOLO 0 PIERNA 0 PIE 0		
		ALTURA HIPOESPINAL 0 Z 4 PLIEGUES 56,000 2591,0437 62259,5664 MASA RESIDUAL HOMBRES 15,183 ENDOMORFIA X 38,667 X CORREG. 37,8177778 ENDOMORF. 3,87235617 MESOMORFIA U 6,5			



Anexo 4: Tabla de registro de variable del antes y después de la evaluación del programa de entrenamiento. Elaboración propia.

Variables a registrar	Evaluación inicial	Evaluación final
P20'		
P5''		
P1'		
P5'		
Peso		
%grasa		
%masa muscular		
FCmax		
Pmax		
1RM media sentadilla		
1RM press banca		
1 RM peso muerto		
1 RM puente de glúteos		

Anexo 5: Cuestionario estado de ánimo. Extraído de (Martin et al., 2006).

Mood Scale (PHQ)

Over the <u>last 2 weeks</u> , how often have you been bothered by any of the following problems?	Not at all	Several days	More than half the days	Nearly every day
1. Little interest or pleasure in doing things				
2. Feeling down, depressed, or hopeless				
3. Trouble falling or staying asleep, or sleeping too much				
4. Feeling tired or having little energy				
5. Poor appetite or overeating				
6. Feeling bad about yourself — or that you are a failure or have let yourself or your family down				
7. Trouble concentrating on things, such as reading the newspaper or watching television				
8. Moving or speaking so slowly that other people could have noticed? Or the opposite — being so fidgety or restless that you have been moving around a lot more than usual				
9. Thoughts that you would be better off dead or of hurting yourself in some way				

10. If you checked off any problems, how difficult have these problems made it for you to do your work, take care of things at home, or get along with other people?

Not difficult
at all

Somewhat
difficult

Very
difficult

Extremely
difficult

SCORE: _____

POSITIVE / NEGATIVE

Plan: _____

I agree to release the results of this mood evaluation questionnaire to my referring heart doctor or family doctor.

Signature

Date

PRIME-MD ® is a trademark of Pfizer Inc. Copyright © 1999 Pfizer Inc. All rights reserved. Reproduced with permission.

Anexo 6: Circuito entrenamiento de fuerza con autocargas. Elaboración propia.

TRABAJO FUERZA		
<p>Media sentadilla</p>		<p>Importante bajar lentamente y subir lo más rápido posible. Controlar core y al subir acabar empujando con la cadera hacia adelante.</p> <p>3 series de 8 repeticiones al 80% de 1RM recuperando 2 minutos.</p>
<p>Press banca</p>	 <p>CrossFit</p>	<p>2 series de 8 repeticiones al 75% de 1RM recuperando 2 minutos.</p>
<p>Peso muerto</p>		<p>Importante controlar gesto. Si falta flexibilidad, puedes doblar un poco las rodillas cuando bajas la barra pero la espalda nunca se dobla.</p> <p>3 series de 6 repeticiones al 80% de 1RM recuperando 3 minutos.</p>

<p>Sentadilla búlgara</p>	 <p>shutterstock.com - 1427527580</p>	<p>3 series de 5 repeticiones con cada pierna al 70% de 1RM recuperando 2 minutos.</p>
<p>Elevación de gemelos</p>	 <p>shutterstock.com - 434632420</p>	<p>2 series de 6 repeticiones al 70% de 1RM recuperando 2 minutos.</p>
<p>Puente de glúteos</p>		<p>Importante apoyar bien con los talones y apoyar bien las escápulas sobre el banco. Subir rápido y bajar de manera controlada.</p> <p>3 series de 8 repeticiones al 80% de 1RM recuperando 2 minutos</p>



ugr

Universidad
de Granada

Declaración de Originalidad del TFG

D./Dña. Eduardo Gómez Díez, con DNI (NIE o pasaporte) 77496777w, declaro que el presente Trabajo de Fin de Grado es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citadas debidamente. De no cumplir con este compromiso, soy consciente de que, de acuerdo con la [Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada](#) de 20 de mayo de 2013, esto *conllevará automáticamente la calificación numérica de cero [...]independientemente del resto de las calificaciones que el estudiante hubiera obtenido. Esta consecuencia debe entenderse sin perjuicio de las responsabilidades disciplinarias en las que pudieran incurrir los estudiantes que plagie.*

Para que conste así lo firmo el 19 de mayo de 2022

Firma del alumno

GOMEZ DIEZ
EDUARDO -
77496777W

Firmado digitalmente
por GOMEZ DIEZ
EDUARDO -
77496777W
Fecha: 2022.05.26
11:39:43 +02'00'