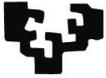


eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

## TRABAJO DE FIN DE GRADO



Jarduera Fisikoaren eta Kirolaren Zientzien Fakultatea  
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

### PERIODIZACIÓN INVERSA Y CONTROL DE LA CARGA MEDIANTE sRPE EN TRIATLON IRONMAN 70.3: ESTUDIO DE CASO

Por: **Sergio Rodriguez Reche**

Contacto: [srodriguez098@ikasle.ehu.es](mailto:srodriguez098@ikasle.ehu.es)

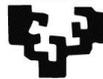
Dirigido por: Javier Orbañanos Palacios

Curso: 2015-2016

Universidad del País Vasco UPV/EHU

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

## Índice:

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Evolución de la Periodización del entrenamiento y la         distribución de la intensidad.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Control de la carga de entrenamiento mediante sRPE.....</b>	<b>17</b>
<b>3. Caso Práctico.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Objetivos del estudio.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Diseño del programa de entrenamiento.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Conclusiones.....</b>	<b>28</b>
<b>4. Bibliografía.....</b>	<b>29</b>

## 1. Introducción

El propósito de este estudio de caso era evaluar y analizar la eficacia de la periodización inversa en triatlón, con una distribución de las intensidades de manera polarizada y llevando a cabo un control de la carga mediante escala de percepción de fatiga (sRPE). Para ello, se llevó a cabo un periodo de entrenamiento con el objetivo de preparar a un triatleta para el Ironman 70.3 de Pucón (Chile). Durante 63 días, el deportista realizó 124 sesiones (43 de natación, 28 de ciclismo, 36 de carrera y 17 de gimnasio) distribuidas en 4 bloques de preparación: entrenamiento de alta intensidad (HIIT) durante 18 días, entrenamiento en la zona umbral (THR) durante 13 días, entrenamiento de baja intensidad y alto volumen (LIT) durante 18 días y afinamiento precompetitivo (Taper) durante 14 días, registrando la sRPE de todas y cada una de las sesiones. Los ritmos de entrenamiento fueron categorizados y prescritos en base a diferentes valores de frecuencia cardíaca y/o velocidades y vatios asociados a diferentes concentraciones de lactato. La distribución de las intensidades referidas a las tres zonas de entrenamiento por debajo del ILT, entre ILT y el OBLA, y por encima del OBLA en cada bloque fueron 80%, 9%, 11% para HIIT, 75%, 18,5%, 6,4% para THR, 81,6 %, 10,4%, 8% para LIT y 86,2%, 4,1%, 9,7% para el taper. Los resultados demostraron que un entrenamiento de triatlón de 9 semanas basado en un modelo de periodización inversa, con una distribución polarizada de las intensidades, resultó efectivo para la mejora del rendimiento en la prueba de Ironman. Así mismo, la utilización de la sRPE puede resultar una herramienta útil y fácil de aplicar para el control de la carga.

**Palabras clave:** Triatlón, Entrenamiento, Periodización, intensidad, sRPE

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Evolución de la Periodización del entrenamiento y la distribución de la intensidad**

Desde su debut en los Juegos Olímpicos de Sidney 2000, la popularidad del Triatlón ha ido en aumento de manera exponencial. De forma paralela, la inquietud por saber más sobre las demandas físicas y fisiológicas de esta modalidad ha crecido como la espuma (36). Es un deporte que podemos englobar como deporte de resistencia, ya que las distancias que se recorren en la prueba olímpica son de 1.5km de nado, 40km de bici y 10km de carrera a pie (10,25) y de 3.8 km de nado, 180km de bici y 42.2 km de carrera a pie (23) en Ironman respectivamente. La capacidad de producir la máxima cantidad de energía por unidad de tiempo es una de las marcas del rendimiento en este deporte. A su vez, requiere de grandes dosis de técnica en las transiciones entre disciplinas, ya que los participantes que no salen de los primeros del agua se exponen a ir en solitario durante el periodo de bici (en distancia Olímpica, ya que en Ironman no está permitido) lo que estará asociado a una fatiga mayor (10). Además, hay una serie de parámetros clave para el rendimiento que son muy similares o iguales a otros deportes de resistencia. Las demandas físicas y fisiológicas predominantes de la forma deportiva son el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2MAX}$ ); velocidad/potencia en el umbral láctico; economía de carrera; velocidad/potencia aeróbica máxima; y tiempo hasta la extenuación (30,34).

La clave para la mejora de estos parámetros reside en la duración, la frecuencia y la intensidad de cada una de las sesiones que programemos en nuestra planificación deportiva (30). Es un proceso que incluye variaciones en el volumen, la intensidad y la frecuencia de entrenamiento para provocar una mejora en el rendimiento del deportista (37). Según la manipulación que adoptemos en la intensidad y la duración del trabajo y el descanso, las consecuencias que ocurrirán serán variadas. Se darán una serie de cambios en los sistemas centrales y periféricos, cambios musculares, bioenergéticos y metabólicos (20). Es necesaria una combinación de ejercicio de baja intensidad (LIT) combinado con cargas de trabajo de alta intensidad (HIIT) (11,20,29). Sin embargo, pese al consenso existente entorno a los parámetros clave del

rendimiento, continua el debate en torno a cómo debe estar organizado el periodo de entrenamiento para el desarrollo de estos componentes y la mejora del rendimiento deportivo, sobre todo en lo referido a la intensidad (33).

La distribución de la intensidad del ejercicio está determinada por el porcentaje de tiempo empleado en baja (zona1, normalmente < 65% de la potencia aeróbica máxima (PAM) menor que el umbral láctico (LT)); moderada (zona 2, normalmente entre 65%-80% del PAM o entre el LT y el OBLA); y alto (zona 3, típicamente entre mayor que el 80% del PAM) intensidades (27,34). Para deportes de resistencia como el atletismo, el remo y el ciclismo, se ha demostrado que la utilización de los valores de umbrales lácticos es una buena medida para la elaboración de las zonas de entrenamiento (33).

En función de la cantidad de tiempo que adoptemos en cada una de las zonas, tendremos como resultados diferentes modelos de distribución de la intensidad. Básicamente encontramos dos distribuciones: la primera es el modelo tradicional de distribución, que hace mucho hincapié en el trabajo de umbral, el cual cubre entorno a un 40% del tiempo en la zona 2. El otro modelo es uno polarizado, el cual reduce mucho el tiempo empleado en la zona dos, aumentando el trabajo de baja y alta intensidad y dando lugar a una distribución de 75-10-15 % aproximadamente (27,33).

Principalmente estas dos distribuciones del entrenamiento dan lugar a diferentes modelos de planificación de la temporada. Estas dos opciones de distribución de la intensidad del entrenamiento dan lugar a dos modelos de planificación de las temporadas deportivas: (1) el modelo clásico de periodización tradicional; y (2) modelos actuales de periodización.

#### *Periodización tradicional*

La periodización tradicional, como su propio nombre indica, ha sido la más utilizada a lo largo de los años en diferentes deportes por diferentes entrenadores (3). Se trata de un modelo que hace muchísimo hincapié en el trabajo de umbral, que es la zona de transición en la cual el deportista pasa de una situación metabólica estable a una inestable. Por ello, distribuye la intensidad del entrenamiento de una manera a forma de campana. Curiosamente, la justificación de la necesidad de grandes cargas de trabajo a intensidad de umbral tiene como origen estudios con deportistas poco

entrenados (33). La tradición ha dictado habitualmente que para tener éxito en deportes de resistencia necesitabas realizar grandes volúmenes de trabajo a baja y media intensidad. La metodología tradicional es la de ir de grandes volúmenes de trabajo a baja intensidad hacia volúmenes bajo de trabajo de alta intensidad (30). Habitualmente empieza por la construcción de una base de amplia a intensidad sub-máxima en el periodo preparatorio (20), el cual se va reduciendo a medida que nos vamos acercando al periodo competitivo (2). En lo referido a la intensidad, se caracteriza por una distribución a modo de campana, haciendo mucho hincapié en el trabajo entre umbrales, ya sean ventilatorios o lácticos. (33,34). La distribución por las tres zonas de intensidad (Z1/Z2/Z3) suele ser de 70/25/5 % respectivamente (3), realizando una gran parte del volumen total en baja intensidad, con un alto porcentaje de trabajo en la zona 2 y muy poco tiempo en la zona 3 (35). De esta manera, la preparación está enfocada a desarrollar numerosas habilidades del deportista de manera paralela, usando estímulos sub-máximos principalmente que provocaran adaptaciones no del todo óptimas en deportista bien entrenados (30). Como se puede observar, en este tipo de planificación, el trabajo de alta intensidad brilla por su ausencia. A cambio, se le exige al deportista que realice una gran cantidad de trabajo a intensidad de umbral, con el desgaste que esto requiere.

Otra de las características principales del entrenamiento más convencional es la necesidad de grandes espacios de tiempo para la obtención de la forma deportiva. Con esta distribución en la que prima el trabajo de baja intensidad y de umbral, requerimos de muchas semanas de trabajo para poder alcanzar una serie de adaptaciones que nos permitan adquirir un nivel óptimo de forma deportiva. Se podría decir que enfocamos toda la preparación deportiva a la necesidad de realizar grandes volúmenes de trabajo, ya que se pensaba que era lo que realmente marcaba la diferencia. Pero, sobre todo hoy en día, lo que realmente marca la diferencia en el deporte es la intensidad, sobre todo en eventos en los que las adaptaciones locales musculares y la fatiga muscular son los que limitan el rendimiento, como en ciclismo, natación, remo o triatlón principalmente (31). Por todo ello, si optamos por este tipo de entrenamiento, estaremos dejando de entrenar lo que realmente determina el perder o ganar hoy en día, que es la alta intensidad y no el umbral.

Por otra parte y sumado a lo anterior, las bases de la planificación contemporánea tienen su origen en hace más de una década, cuando las exigencias y demandas del deporte y sus resultados eran mucho menores que en el momento actual. Esta planificación fue diseñada con el propósito de crear una aproximación universal y monopolística para la periodización del entrenamiento y su análisis (19). Los deportes y el nivel de los deportistas ha evolucionado de tal manera que las limitaciones de la periodización tradicional han quedado expuestas sobremedida. Existen una serie de factores que limitan la aplicación de este tipo de entrenamiento en el momento actual, como 1) el incremento exponencial del número de competiciones anuales que tiene como consecuencia un aumento de los estímulos; 2) la incapacidad de proveer al deportista de una temporada con muchos picos de forma ; 3) un avance casi diario en el entrenamiento por la amplia comunicación entre entrenadores; 4) la implantación de sistemas tecnológicos para el control y la monitorización del entrenamiento. (25, 30). Estos y otra serie de factores contribuyen a la búsqueda de otras alternativas para la preparación deportiva, que se adapten a los requerimientos del deporte actual.

#### *Entrenamiento polarizado*

Como ya hemos mencionado anteriormente, la otra manera de organizar la intensidad es de una manera polarizada, la cual da lugar a un tipo de entrenamiento llamado “entrenamiento polarizado”. Al contrario de la idea de la distribución tradicional de la intensidad o el modelo de umbral, que distribuye el ejercicio entorno al trabajo moderado de umbral (entorno al 40 %), suprimiendo casi por completo el trabajo de alta intensidad, el entrenamiento polarizado sugiere una distribución del entrenamiento que consiste en un alto porcentaje del tiempo de ejercicio a baja intensidad (75-80%), acompañado de tiempo moderado a intensidad media (5-10%) y con bastante tiempo a alta intensidad (15-20%). (11, 20,27,33,34) . Esto da lugar a que tengamos una distribución aproximada de las sesiones de entrenamiento parecida que aproximadamente el 75% de las sesiones debe estar programado debajo del primer umbral ventilatorio, con un 15% de sesiones por encima del segundo umbral y menos de un 10% entre los dos umbrales. (29,30,34).

Existe otra variante del este tipo de entrenamiento que opta por suprimir completamente el trabajo de umbral. Se centra únicamente en el trabajo de alta intensidad combinado con volúmenes notables de baja intensidad, de manera específica y no específica de la modalidad deportiva. Dos distribuciones son legibles en la bibliografía. Una opta por una distribución de un 80/0/20 % del tiempo en las zonas anteriormente descritas (27), y la otra por una distribución de 90/0/10 % (37).

Una de las razones para dejar más de lado el trabajo en o cercano al umbral, es que en deportistas con cierta trayectoria deportiva este estímulo no es suficiente para seguir provocando adaptaciones. En deportistas entrenados y que ya tienen un cierto nivel, se sugiere que los deportistas deben entrenar más por encima y por debajo de los umbrales ventilatorios que al umbral. De esta manera, el trabajo se distribuye en forma de trabajo de moderada y baja intensidad combinado con trabajo de alta intensidad (32, 33,34). Está demostrado que una distribución más polarizada del entrenamiento mejora de manera más notable variables clave del rendimiento como el  $VO_{2PEAK}$ , el tiempo hasta la extenuación y la PAM (34). Desde un punto de vista biológico también podemos argumentar la necesidad de trabajar de manera polarizada, ya que la vía de trabajo es totalmente distinta. Los volúmenes alto de trabajo a intensidades relativamente bajas propician adaptaciones en las encimas relacionadas con la vía CaMK, que está estrechamente relacionada con el calcio, mientras que intensidades mayores del ejercicio, tienen una mayor relación con la activación de la vía AMPK, que recordemos, son antagonistas ya que estimulan el mismo fenotipo PGC (20).

Por lo comentado anteriormente el entrenamiento polarizado es una combinación de trabajo de baja y alta intensidad principalmente. El trabajo de baja intensidad (aproximadamente al 65-75% del  $VO_{MAX}$  y por debajo de 2 mMol de lactato), con una duración prolongada en el tiempo es fundamental para preparar eventos de media y larga y duración. Este tipo de entrenamiento aeróbico mejora el  $VO_{MAX}$  por medio del aumento del volumen plasmático, cambios moleculares, capilarización y biogénesis mitocondrial que dan como resultado una mayor eficiencia en la utilización de la energía. Además, es clave para la mejora del flujo oxidativo, que es necesario para la generación de

energía de forma aeróbica y para recuperar durante y después de esfuerzos de alta intensidad.

Este entrenamiento de baja intensidad está principalmente enfocado al trabajo por debajo del LT. Está demostrado que el entrenamiento polarizado mejora en mayor medida el LT que el entrenamiento de umbra, ya que esta mejora en el primer umbral láctico está estrechamente relacionado con mejoras en el tiempo hasta la extenuación en pruebas maximales (11, 27, 28).

Sin embargo, si este tipo de trabajo se convierte exclusivamente en el único componente del entrenamiento, no habrás mejoras extras en el consumo máximo de oxígeno en deportistas bien entrenado (34). Por lo principal, este tipo de entrenamiento de mayor duración envuelve casi exclusivamente unidades motoras de fibras lentas. A su vez, trata de que las unidades motoras de fibras rápidas se unan en un trabajo conjunto a las lentas, mejorando la eficiencia. Sin embargo, si únicamente enfocamos el entrenamiento en este tipo, las fibras rápidas irán perdiendo sus facultades, bajando el rendimiento y calidad del entrenamiento de alta intensidad (20). Por ello, al ser la competición una contribución de energía aeróbica y anaeróbica, ambas vías metabólicas deben de ser trabajadas (20,33,34). Trabajando de una manera combinada el trabajo de alta y baja intensidad podrá suponer mayores mejoras en la capacidad y potencia aeróbica de nuestro deportista.

Teniendo en cuenta, por lo comentado anteriormente, la importancia del trabajo de alta intensidad en deportistas bien entrenados, una de las herramientas más utilizadas por entrenadores y deportistas para este tipo de trabajo es el entrenamiento fraccionado de alta intensidad, denominado HIIT. El entrenamiento interválico de alta intensidad, llamado también entrenamiento de transición, está definido por repetidos periodos de ejercicio de alta intensidad (que van desde el máximo de la zona de umbral hasta el trabajo máximo) separados por periodos de recuperación a baja intensidad o de completo reposo (20). Este tipo de organización del trabajo puede ser diferente si variamos el tiempo de trabajo y de descanso.

Existen diferentes tipos de HIIT, que van desde los intervalos más largos de tiempo entre 3-5 min a una intensidad relativamente alto o los intervalos más cortos, con una duración de 15-45 “. Los ratios de trabajo-recuperación

también pueden variar, siendo de 2:1 o 1:1 los más frecuentemente utilizados. Aún no está del todo claro cual de las dos es mejor, ya que cada una de ellas nos aportará diferentes adaptaciones. Los intervalos largos nos darán la posibilidad de estar durante más tiempo a una intensidad cercana al  $VO_{MAX}$ . Sin embargo, los periodos cortos parece ser una herramienta efectiva para el trabajo interválico, ya que nos aportan múltiples adaptaciones como incrementos en la función neuromuscular, funciones cardiovasculares y potencial de oxigenación muscular. Por ello, la importancia de este tipo de intervalos cortos en el entrenamiento por bloques es clave (29, 31). Ya que el trabajo continuado en alta intensidad no puede ser mantenido durante mucho tiempo, la variedad de intervalos cortos y largos debe ser utilizada para conseguir un estímulo adecuado para el entrenamiento (31, 32).

La ventaja del HIIT comparado con el trabajo de baja intensidad (LIT) reside en conseguir adaptaciones similares en espacios más breves de tiempo. En respuesta adaptativa al HIIT, ocurren numerables adaptaciones centrales y periféricas que incluyen aumentos en el volumen sanguíneo, mejoras en el metabolismo aeróbico y anaeróbico, así como incrementos en la biogénesis mitocondrial y la capacidad oxidativa (21, 34). Estas adaptaciones pueden explicar las ya documentadas mejoras en el tiempo hasta la extenuación,  $VO_{2pico}$ , y umbrales lácticos y ventilatorios. En este trabajo de alta intensidad propiamente dicho, no hay que olvidar el trabajo de velocidad junto con el trabajo pliométrico, que debe de ser introducido desde un principio (33). El estímulo que aporta este tipo de entrenamiento a las fibras rápidas que en un futuro sustentaran nuestro rendimiento en la alta intensidad es una de los parámetros clave que debemos tener en cuenta. Es una manera de que nuestras fibras rápidas estén acostumbradas a este tipo de trabajo desde un principio.

Sin embargo, pese a que la importancia de periodos de entrenamiento de alta intensidad para la mejora del rendimiento es notable, el entrenamiento de alto volumen parece tener también una importancia crucial, ya que dota de una serie de adaptaciones adicionales a las que nos aporta el HIIT (20,24, 28, 29,30,31). Por eso, parece también razonable introducir el trabajo de LIT en los programas de nuestros deportistas ya que sobre todo tendrán mejoras en

el flujo oxidativo, que es básico para la generación de energía de forma aeróbica. Lo que nos aportara una herramienta imprescindible para la recuperación durante las sesiones de alta intensidad y entre días de entrenamiento. Los deportistas menos experimentados tienen a entrenar demasiado duro en sesiones de baja intensidad y no lo suficientemente duro en sesión de alta intensidad, por lo que la regulación de la intensidad en ambas orientaciones del entrenamiento resulta clave.

Aún así, pese al mayoritario acuerdo en esto, existen diferentes maneras de organizar y combinar el trabajo de baja y alta intensidad. Y es ahí donde reside el verdadero arte del entrenamiento de intensidad, en la correcta combinación del trabajo de alta y baja intensidad, con una apropiada recuperación y puesta a punto o taper (20).

Pero en este tipo de entrenamiento aún queda mucho por hacer. No está del todo claro cómo, cuánto y cómo debe de estar organizado ese trabajo de alta intensidad para el desarrollo de la forma deportiva. Sin embargo, queda claro que supone una herramienta mucho más útil para la distribución de la intensidad y el volumen que el modelo más utilizado anteriormente, el de umbral.

#### *Entrenamiento por Bloques*

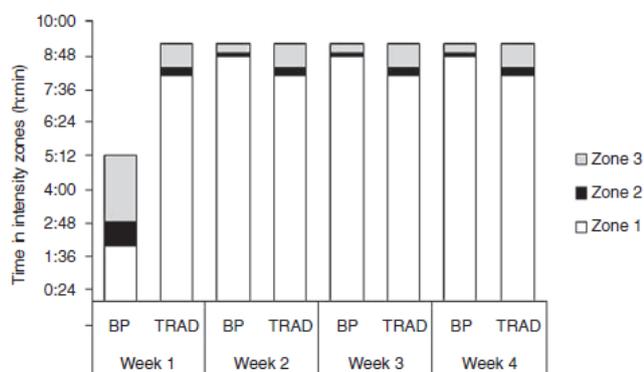
Uno de los modelos actuales de periodización más utilizado es la periodización por bloques, de la cual uno de sus máximos exponentes es Ronnestad. Tiene como base fundamental de la distribución de la intensidad de entrenamiento el entrenamiento polarizado anteriormente explicado, pero da un paso más. Una de las principales razones para la justificación de la necesidad de este tipo de aplicación es la necesidad de incrementar el trabajo de alta intensidad en deportistas bien entrenados. Cuanto mayor es el nivel del deportista de resistencia, la intensidad del entrenamiento debe aumentar de manera significativa para provocar adaptaciones en el  $VO_{MAX}$  y en el umbral.

La idea de la periodización por bloques es la de proveer de un estímulo suficientemente adecuado para obtener mayores adaptaciones, las cuales no son posible con la focalización del entrenamiento en el desarrollo de múltiples habilidades simultáneamente (29,30). Focaliza el desarrollo de unas pocas

habilidades en un determinado bloque, a la vez que trata de mantener al mismo tiempo las adaptaciones de las otras habilidades. Por lo tanto, desarrolla de manera selectiva las habilidades específicas, consiguiendo un mayor nivel de adaptación y consiguiendo mantener adaptaciones conseguidas anteriormente (30,34).

Las características principales de este tipo de entrenamiento difieren de las comentadas anteriormente. Para empezar, el objetivo es crear un bloque de trabajo para el desarrollo de una habilidad específica. El número total de esos bloques de trabajo en una preparación es relativamente bajo en comparación con la periodización tradicional, y tienen una duración de entre 2 y 4 semanas normalmente, pudiendo llegar en algún caso a 5. Esta organización del entrenamiento tan específica parece ser más beneficiosa unida a una buena puesta a punto para el rendimiento en periodo competitivo (19).

Pese a que a la cantidad de tiempo o de días de alta intensidad puede ser la misma en una periodización tradicional o por bloques para el mismo periodo de tiempo, varios estudios con ciclistas entrenados demostraron que la organización del entrenamiento por bloques generaba mayores adaptaciones en los parámetros clave para el rendimiento en periodos de 4 a 12 semanas de entrenamiento. Así pues, el consumo máximo de oxígeno mejoraba un 4,6% frente a un 2% de la periodización tradicional; los  $W_{MAX}$  mejoraba un 3%, no habiendo cambios en el grupo de tradicional; y por último, la eficiencia (valorada como los vatios al LT), mejoraba un 10-12%, sin cambios en el modelo tradicional (29,30,31).



**Figura 1:** Distribución de las cargas de entrenamiento durante una periodización por bloques y una tradicional.

Otra de las razones para la justificación de su utilización reside en que en épocas del año en las que se quiere trabajar de una manera más específica, generando mayores adaptaciones del deportista, si focalizamos el trabajo de alta intensidad podemos lograr que ese deportista de un paso más y obtenga unas mayores adaptaciones que de costumbre (29).

Por lo tanto, si con los mismos días de alta intensidad, únicamente cambiando la organización obtenemos mayores mejoras en parámetros clave del rendimiento, parece razonable adoptar este tipo de organización del entrenamiento frente a una organización más tradicional (29,30). Sin embargo, el deportista debe de estar habituado al trabajo de alta intensidad. Si no es así, al acumular en un periodo reducido de tiempo muchos estímulos de alta intensidad, puede que la asimilación de ese entrenamiento baje, y que no pueda terminar de realizar el trabajo que se le ha planteado.

En este apartado no nos podemos olvidar de la importancia que tiene para este modelo y para muchos otros el taper o puesta a punto del deportista. El "taper" es una fase de entrenamiento que tiene como objetivo la reducción de la fatiga acumulada del deportista. Como consecuencia del mismo. Se da una una mejora en el rendimiento a causa de una serie de cambios fisiológicos, cardiorespiratorios, hematológicos, metabólicos, neuromusculares y hormonales (26). En concreto, el resultado del periodo de taper en sujetos entrenados está asociado con un balance positivo entre la hemólisis y la eritropoyesis, en respuesta a la reducción del estrés de entrenamiento, así como un descenso en los niveles sanguíneos de creatin kinasa (26,36).

En términos generales, las características del periodo de puesta a punto o taper deben ser las siguientes (26):

1. Minimizar la fatiga sin comprometer el rendimiento.
2. Mantener la intensidad
3. Reducir el volumen entre un 60 y 90 %
4. Mantener la frecuencia de entrenamiento.
5. Duración del taper individualizada a cada deportista, entre 4 y 28 días.
6. Expectativa de mejora del rendimiento de un 3% aproximadamente.

La crítica que se le hace a este tipo de planificación del entrenamiento por bloques es que parece ser que el primer estímulo del bloque de HIIT es el único que tiene como consecuencia adaptaciones. Las sesiones de alta intensidad realizadas en la semana posterior parece ser que no producen mayores adaptaciones en la forma. Y además, el entrenamiento de combinación de LIT y HIIT específico del entrenamiento propiamente polarizado parece más propicio para adaptaciones residuales duraderas en el tiempo (34). Por ello, el entrenador debe conocer y dominar la duración del entrenamiento residual, sobre todo la duración y tipo de este con cada una de las habilidades que se entrenen, ya que tendrán duraciones residuales diferentes en el tiempo (19).

Se puede concluir entonces que para deportistas entrenados y para periodos de tiempos más cortos la periodización por bloques resulta mucho más práctica y aplicable que la periodización tradicional. Como he comentado anteriormente, las demandas del deporte actual exigen muchos picos de forma anuales, lo que reduce los periodos de entrenamiento, no pudiendo hacer 3 macrociclos como se hacía habitualmente con la periodización tradicional. Por eso, la herramienta que nos aporta este tipo de periodización supone una oportunidad para mejorar el entrenamiento de nuestros deportistas.

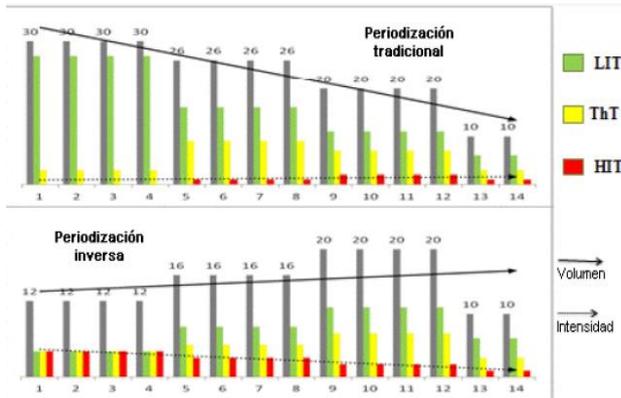
#### *Periodización inversa*

La tradición en los programas de preparación deportiva para el éxito en deportes de resistencia siempre ha dictado como eje principal la necesidad de grandes volúmenes de entrenamiento. Ese paradigma habitual de trabajo, correspondiente casi siempre a la periodización más tradicional, trataba de ir aumentando el volumen y la intensidad del entrenamiento de manera progresiva, pero sobre todo el volumen de entrenamiento. A su vez, iba de un trabajo general a uno con mayor especificidad a medida que se acercaba el periodo competitivo. Pero, ¿Y si fuera la intensidad quien verdaderamente marca la diferencia para explotar el potencial del deportista? (7).

En deportes en los que la fatiga viene inducida principalmente por factores musculares locales, parece tener mucho más sentido empezar a trabajar esta serie de factores locales que limitan el rendimiento. Esto nos lleva a desarrollar desde un principio trabajos de potencia (de alta intensidad), para

posteriormente entrenar a mi cuerpo para que sea capaz de desarrollar esa intensidad durante más tiempo y a lo largo de toda la temporada (2, 7). La idea de la periodización inversa es la entrenar a en una base de intensidad cercana a las demandas de intensidad de la competición, para después, aumentar el volumen sin sacrificar esa intensidad. Con esta manera de periodizar el entrenamiento, estaremos trabajando desde un principio la coordinación intra e inter muscular, que serán el sustento para las necesidades de intensidad. Pero además, posteriormente se trabajaran las adaptaciones centrales necesarias también para el rendimiento, a través del trabajo de volumen de baja intensidad. Pese a que no hay mucha bibliografía referente a este tipo de periodización poca trayectoria, las bases que la sustentan no parecen ser para nada desechables, como ya he comentado con anterioridad.

La periodización inversa comienza con un trabajo interválico de alta intensidad, que es la herramienta recomendada para el desarrollo de la vía metabólica aeróbica y anaeróbica, así como la resistencia muscular y la tolerancia láctica (2,20,33). Al contrario de lo que se ha dicho siempre, este tipo de entrenamiento puede estar ubicado en el principio del ciclo de preparación y la asimilación ocurre antes que en el típico periodo de trabajo aeróbico de volumen (2,3). Es más, si ubicamos el trabajo de intensidad a principio de nuestro ciclo de preparación la calidad de trabajo será mayor, ya que el deportista podrá realizar las sesiones de HIIT sin la fatiga acumulada de los microciclos de volumen del periodo tradicional (3). Con la realización de dos sesiones por semana de este tipo de trabajo podemos obtener mejoras significativas de entorno al 2-4 %. De esta manera, además, habituamos a que las fibras musculares del musculo, que son las que principalmente van a delimitar el rendimiento a modo de fatiga local, a esta intensidad, que es la que posteriormente se les va a ser exigida en competición.



**Figura 2:** Comparativa entre Periodización tradicional y Periodización inversa en un periodo de 14 semanas de entrenamiento.

Esta primera fase de trabajo de alta intensidad va seguida de un trabajo entre umbrales lácticos. En este entrenamiento mas tradicional, no se debe olvidar el trabajo de alta intensidad, para que las adaptaciones cardiovasculares y musculares conseguidos en esa primera fase no se pierdan.

Posteriormente a esta fase, construiremos un tercer bloque de alto volumen y baja intensidad (por las razones comentadas anteriormente). Por último, tendremos una última fase de taper o puesta a punto, con características similares a las comentadas anteriormente. (1,2,3).

Los estudios existentes en relación a este tema son aplicados a la natación, principalmente a la natación de velocidad. Si este tipo de periodización tiene ya sentido en deportes de resistencia, en deportes en los que la prueba sea de velocidad adquiere mayor relevancia aún. Si como hemos comentado anteriormente, acostumbramos al deportista a trabajar desde un principio a un ritmo cercano al de competición, la capacidad de este para soportarlo incluso aumentarlo a lo largo de la temporada va a ser notable (3).

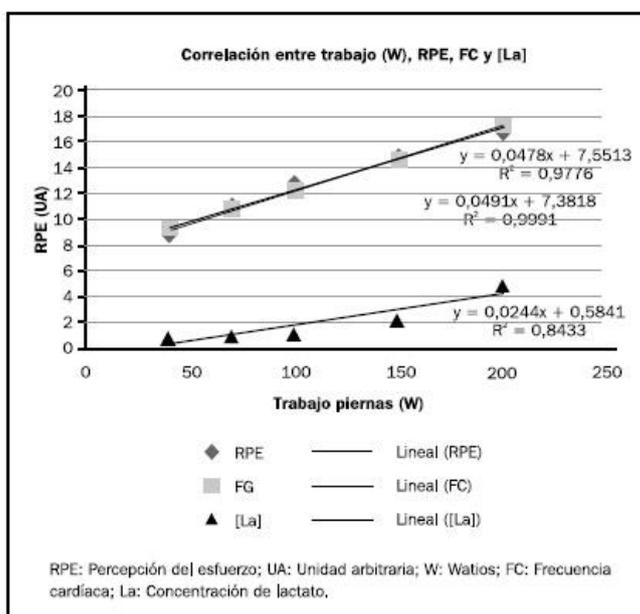
Pero, en deportes de resistencia, en Triatlón en este caso, aunque no tenga ese componente de velocidad tan notorio como en de la natación, también tiene una gran aplicabilidad. Por principio de especificidad, por una parte entrenaremos ritmo de competición iguales o superiores al de carrera (por medio del trabajo de HIIT). Esto dotará al deportista de unas adaptaciones muy útiles a la hora de realizar un cambio de ritmo de alta intensidad en las pruebas, ya que últimamente y mas en el deporte actual muchas competiciones se deciden al sprint (23). Pero además, el último bloque de la periodización, que coincide con el trabajo de baja intensidad por debajo del LT, es propiamente el ritmo más específico en pruebas de triatlón de larga distancia como el Ironman (4, 23). Queda claro, entonces, que si dotamos al deportista

desde un principio de esos estímulos de alta intensidad y además a medida que se acerca la prueba le entrenamos en su ritmo de competición, su ritmo medio en la prueba aumentará, pero a su vez muscular y cardiovascularmente estará capacitado para realizar ese último cambio de ritmo que puede ser el que marque la diferencia de quedar medalla de oro o en cuarta posición.

## 2.2. Control de la carga de entrenamiento mediante sRPE

El rendimiento deportivo generalmente tiende a mejorar a medida que incrementamos la carga de entrenamiento. Sin embargo, el síndrome de sobreentrenamiento sugiere que también puede haber adaptaciones negativas inducidas por una excesiva carga.

Diversas son las definiciones utilizadas para definir la carga de entrenamiento. Una de ellas la define como la demanda de esfuerzo que supone a un atleta, basado en su experiencia, una sesión de entrenamiento o un periodo determinado de tiempo (13). Otra de ellas como la dosis de trabajo



que estresa los sistemas fisiológicos y que provoca consecuentes adaptaciones (5, 6) De todos modos, estas adaptaciones son altamente individuales y están asociadas a factores tan diferentes como el estatus de inicio del deportista, su potencial de recuperación, factores genéticos... (9).

**Figura 3:** Correlación entre trabajo (W),

RPE, FC y [La].

Varios han sido los métodos que han sido sugeridos a lo largo de los años para cuantificar la carga de entrenamiento. Estos métodos incluyen por un lado enfoques objetivos basados en la frecuencia cardíaca como el impulso de

entrenamiento de Banister, o enfoques subjetivos como la percepción de fatiga de la sesión (sRPE) de Foster, que son aquellos que se centran en las percepciones y sensaciones del propio atleta. Múltiples estudios han relacionado unos métodos con otros, validando su utilización a través de correlaciones obtenidas, como en el estudio realizado por Borg en 1987 (8,22).

Sin embargo, para evaluar la carga de entrenamiento entre diferentes métodos de una manera más específica, puede ser ventajoso separar la carga en componentes más pequeños, que contribuyan a crear una carga total de entrenamiento.

La carga de entrenamiento está formada por unidades, las cuales pueden ser medidas como externas o internas. La carga externa (CE) se define como el trabajo completado por el atleta, el cual puede ser medido independientemente de la respuesta fisiológica que haya tenido el individuo (38). La carga externa incluye la duración, la frecuencia y la distancia de entrenamiento. Por otra parte, la carga interna (CI) es la respuesta fisiológica y física individual a un estrés producido por un trabajo intenso o repetido. La medición de la misma incluye el ratio de fatiga percibida (RPE), sRPE, frecuencia cardíaca, concentraciones de lactato,  $VO_2$  y respuestas bioquímicas. La mejor relación entre la carga interna y la externa es la que mayor información nos dará acerca de la fatiga del deportista (14,15) Una buena información sobre la relación entre ambas nos dará lo necesario para monitorizar y evaluar el grado de fatiga del deportista.

Como ya hemos comentado anteriormente, son diversos los métodos utilizados para el control de la carga del entrenamiento, pero vamos a centrarnos en analizar la relación existente entre la carga de entrenamiento y su control mediante la RPE o la sRPE.

*Sistemas de control de la carga:*

#### *1. Percepción de fatiga*

La percepción del esfuerzo es un constructo psicológico que incluye sentimiento de esfuerzo, agotamiento, fatiga y molestia experimentados durante el ejercicio.

El método del control de la carga mediante RPE es uno de los más utilizados, ya que permite monitorizar la carga de entrenamiento con un bajo coste y sin necesidad de ningún equipamiento para la medición. Es el método subjetivo de control por antonomasia, el cual nos permite monitorizar y evaluar el estrés fisiológico del deportista durante el esfuerzo (8).

En la RPE, el deportista da un valor a la sensación de esfuerzo que percibe al esfuerzo realizado, atendiendo a una escala de valores. Esta escala



6	
7	Very, very light
8	
9	Very light
10	
11	Fairly light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very Hard
18	
19	Very, very hard
20	

puede ir de 6 a 20, como era la escala original de Borg, que relacionaba la escala numérica con las pulsaciones del individuo. Así si un deportista asignaba un 15 a su esfuerzo, probablemente estaría sobre las 150 pulsaciones en ese momento.

**Figura 4:** escala numérica de Borg original

Posteriormente se creó la escala fue modificada, dejándola en una escala que iba desde 0 a 10. Esta escala resulta de más utilidad ya que en un sistema en el que el individuo siempre está evaluado sobre una escala de 10 puntos, le resultará más fácil asignar un valor sobre esa referencia, y más aún si es un deportista con poca experiencia. Otra ventaja de esta escala es su funcionalidad, ya que cada número corresponde a una expresión (18).

Debido a que la percepción del esfuerzo se relaciona con características anatómico-fisiológicas individuales del deportista como la concentración de sustratos y hormonas, la tasa de ventilación, el estatus psicológico... la escala de RPE puede ser útil a la hora de preinscribir ejercicio a un individuo, pero no para comparar o preinscribir intensidades de ejercicio entre diferentes atletas (16).

## 2. sRPE

El método para la medición de la carga a través de la sRPE está basado en una escala subjetiva del esfuerzo asociada a una sesión de entrenamiento, que tiene en cuenta la experiencia del deportista. Este método fue desarrollado

para eliminar la necesidad de monitorizar la intensidad del ejercicio a través de la frecuencia cardíaca.

El protocolo consiste en que el deportista responda numéricamente de 0 a 10 pudiendo usar número con mitades (p. ej. 7,5), 30 minutos tras finalizar el entrenamiento, la siguiente pregunta: *¿Cómo de dura te ha parecido la sesión de entrenamiento?*. La carga de la sesión se obtiene multiplicando ese valor numérico por la duración de la misma en minutos.

(Ecuación)

$$\text{sRPE} = \text{puntuación sRPE} \times D \text{ (min)}$$

El uso de la sRPE se basa en que el deportista puede dar una información retrospectiva a los 30 minutos tras haber acabado el entrenamiento o la competición. Además, es una herramienta en diferentes modelos de entrenamiento y en deportes en los que la frecuencia cardíaca no puede ser medida en competición (12, 17,18).

La limitación de la sRPE se relaciona sobre todo con la mayor influencia de la intensidad respecto al volumen a la hora de influenciar el valor. A su vez, parece ser que los trabajos de tipo intermitente contribuyen en mayor medida a incrementar la RPE sin que esto tenga mucha correlación con el aumento de la frecuencia cardíaca (9).

### **3. Caso Práctico**

#### **3.1. Objetivos del Estudio**

Los objetivos principales de la realización del estudio propuesto eran dos principalmente. Por un lado, diseñar de una manera detallada y documentada, realizando una búsqueda bibliográfica de lo publicado hasta la fecha, un plan de entrenamiento basado en la periodización inversa, con una distribución polarizada de las intensidades de entrenamiento y aplicación concentrada de las mismas.

Por otra parte, el segundo de los objetivos era establecer un control de la carga de entrenamiento y de su evolución a lo largo de los bloques de preparación, utilizando para ello una escala de esfuerzo percibida como

herramienta de control, para posteriormente cotejarla como forma para el control de la misma.

1. Diseñar de manera detallada y documentada un plan de entrenamiento basado en la periodización inversa con una distribución polarizada de las intensidades de entrenamiento y aplicación concentrada de las mismas.

2. Establecer un control de la carga de entrenamiento y de su evolución a lo largo de los bloques de preparación a través de la utilización de una escala de esfuerzo percibido por el deportista

### **3.2. Diseño del programa de entrenamiento**

El diseño del programa de entrenamiento del atleta seleccionado para este estudio de caso está enmarcada durante la temporada 2014-2015, destinada a la preparación específica para el Ironman 70.3 de Pucón (Chile), celebrado el 11 de Enero de 2015 y perteneciente al circuito oficial de competición de la marca Ironman. El objetivo para esta competición era conseguir la clasificación del triatleta para el campeonato del mundo Ironman 70.3 en su grupo de edad (35-39) que se celebraría en Austria en el mes de agosto. Este objetivo pudo alcanzarse finalmente gracias a un excelente rendimiento del deportista en dicha prueba.

La masa corporal del triatleta al inicio de la preparación era de 66,7kg, con un sumatorio de 7 pliegues de 44mm, para finalizar con una masa corporal de 66,2kg y un sumatorio de 40mm a la conclusión del ciclo de entrenamiento. La preparación para dicho evento fue realizada de una manera detallada por parte del entrenador, asociado a un continuo feedback del deportista para el ajuste de la carga. Las intensidades de entrenamiento fueron ajustadas en base a diferentes test de campo y de laboratorio realizados a lo largo de la preparación. Los ritmos de nado fueron prescritos basados en la velocidad crítica determinada a través de un test de 30min de nado continuo; las sesiones de bici se basaron en valores de frecuencia cardíaca y valores específicos de potencia; las sesiones de carrera a pie también se basaron en la frecuencia cardíaca y/o tiempos específicos para distancias de carrera. Las zonas de

entrenamiento correspondientes a la natación, la bici y la carrera a pie por debajo del primer umbral individual (ILT), entre el ILT y el umbral de acumulación de lactato (OBLA) y superior al OBLA fueron determinadas para cada una de las especialidades. Para computar la carga total de entrenamiento, expresada en unidades arbitrarias, primero la distancia de nado fue convertida a horas dividiéndola entre 3.4 km/h; después, los minutos de natación, de bici y de carrera a pie fueron multiplicados por el factor asociado a cada zona de entrenamiento: 1, 2 y 3 respectivamente (25).

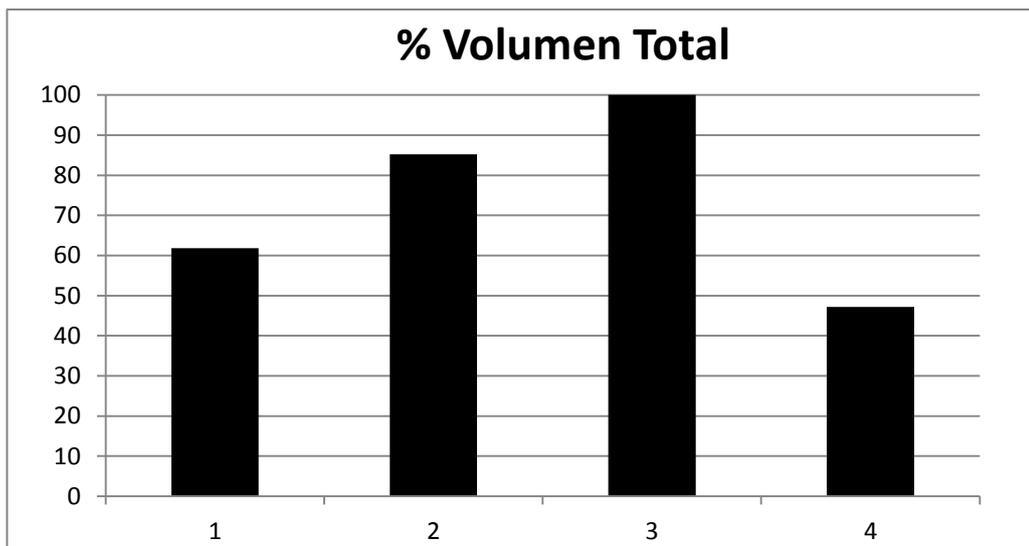
Así mismo el deportista reportó su esfuerzo percibido para todas y cada una de las sesiones de entrenamiento a través de una escala de valoración y una metodología de recogida de datos previamente contrastada (12,13) y en la que se multiplicaban los valores expresados por el atleta por los minutos de duración de la sesión dando como resultado el esfuerzo percibido de la sesión (sRPE).

El periodo de preparación comenzó el 3 de Noviembre del 2014, a 9 semanas de la competición. Los datos de entrenamiento están basados en 63 días de entrenamiento con 124 sesiones (43 de natación, 28 de ciclismo, 36 de carrera y 17 de gimnasio) distribuidas en 4 bloques de preparación: entrenamiento de alta intensidad (HIIT) durante 18 días, entrenamiento en la zona umbral (THR) durante 13 días, entrenamiento de baja intensidad y alto volumen (LIT) durante 18 días y afinamiento precompetitivo (Taper) durante 14 días. El triatleta tuvo un total de 8 días de descanso completo durante las 10 semanas de preparación.

El diseño para estas semanas de entrenamiento consistió en realizar una periodización inversa para las especialidades de bici y carrera a pie, comenzando con el trabajo de HIIT, seguido del trabajo de THR, LIT y finalmente TAPER. El objetivo de esta distribución era mejorar los parámetros aeróbicos máximos al inicio de la preparación y, progresivamente, orientarse a la mejora de los parámetros submáximos, mucho más relacionados con el ritmo de competición en una especialidad de más de cuatro horas de duración. Para la especialidad de natación se siguió un modelo tradicional ya que el ritmo de competición del sector de natación es más intenso que el de las otras dos modalidades (por su menor duración en proporción a los otros dos segmentos)

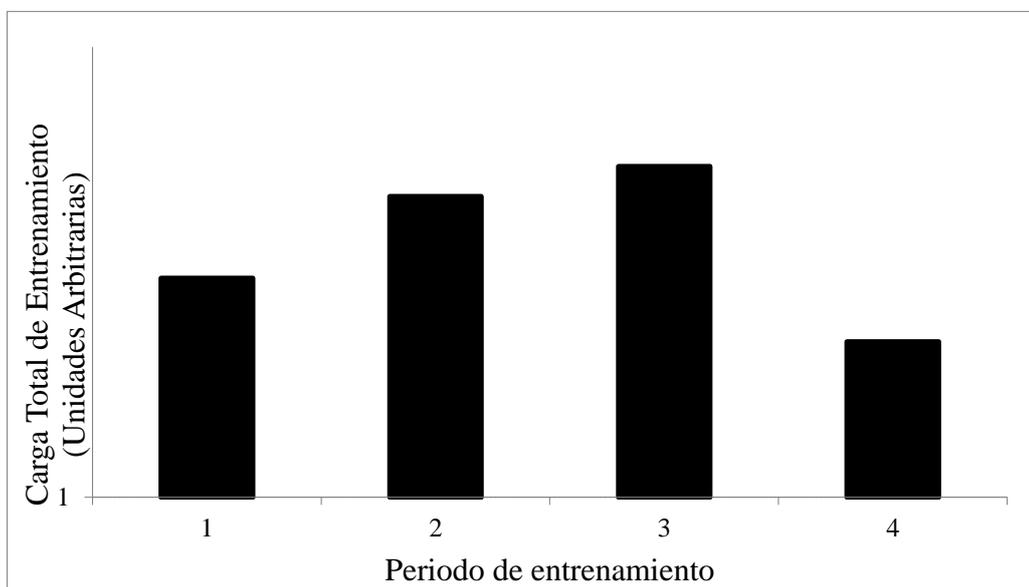
y por ello el periodo de intensidad debe estar más cercano a la competición por el principio de especificidad. Así mismo, cuando en las otras dos especialidades realizamos trabajo de alta intensidad, tenemos el trabajo de baja intensidad de la natación para equilibrar las semanas de entrenamiento y viceversa. Otra de las características principales del diseño del programa de entrenamiento ha sido la utilización de una distribución polarizada de las intensidades de entrenamiento (32,33). A pesar de la existencia de un bloque más orientado al trabajo en intensidades entre umbrales (THR) su menor duración y el control de los porcentajes de carga destinados a esta zona a lo largo de toda la preparación permiten afirmar que la distribución general de las intensidades ha mantenido la filosofía del modelo polarizado. Finalmente la decisión de organizar el programa de entrenamiento en cuatro bloques de trabajo de diferente orientación selectiva buscaba la mejora específica de los distintos objetivos de la preparación a través de la concentración de las cargas de entrenamiento (1,2,23,9) Además, cuando en las otras dos modalidades realizamos trabajo de alta intensidad, tenemos el trabajo de baja intensidad del nado para recuperar y viceversa.

La distribución del porcentaje del volumen máximo para los 4 bloques de la preparación fueron respectivamente del 61% para HIIT(1), 85% para THR(2), 100% para LIT(3) y 47% para Taper(4), siendo el bloque de LIT el de mayor volumen de entrenamiento tal y como se observa en la Figura 5.



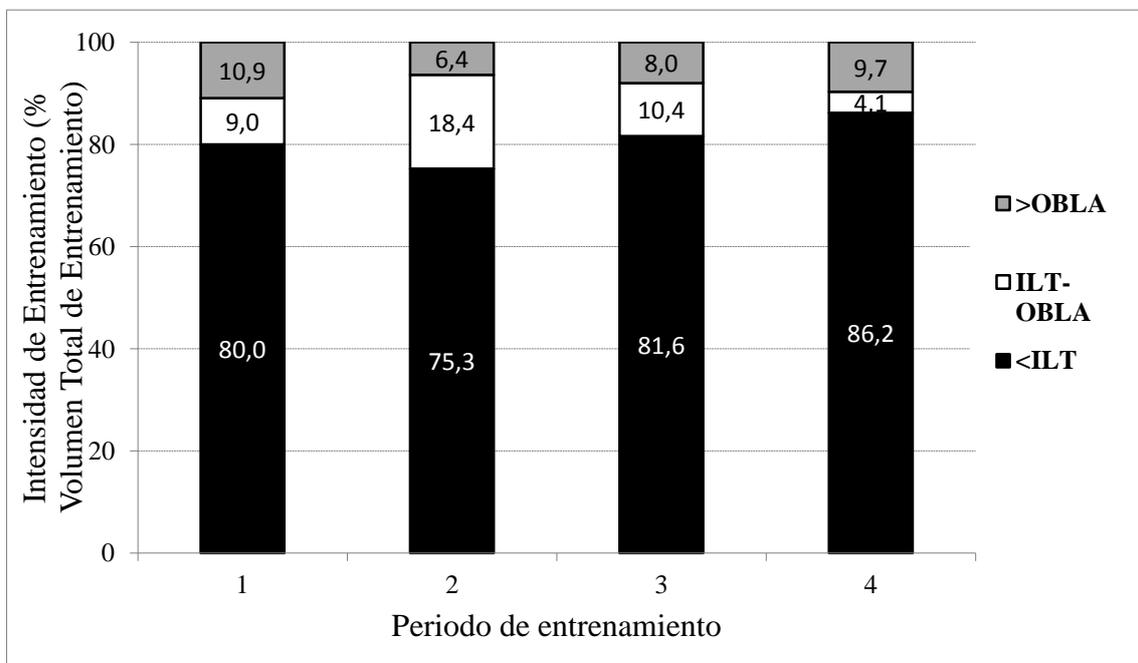
**Figura 5:** Porcentaje de volumen de entrenamiento soportado por el deportista a lo largo de los 4 bloques de preparación respecto al 100% correspondiente al bloque de LIT (4).

La distribución de la carga total de entrenamiento (expresada en unidades arbitrarias producto del tiempo de trabajo en cada una de las zonas de entrenamiento) soportada por el atleta en cada bloque de entrenamiento puede observarse en la Figura 6.



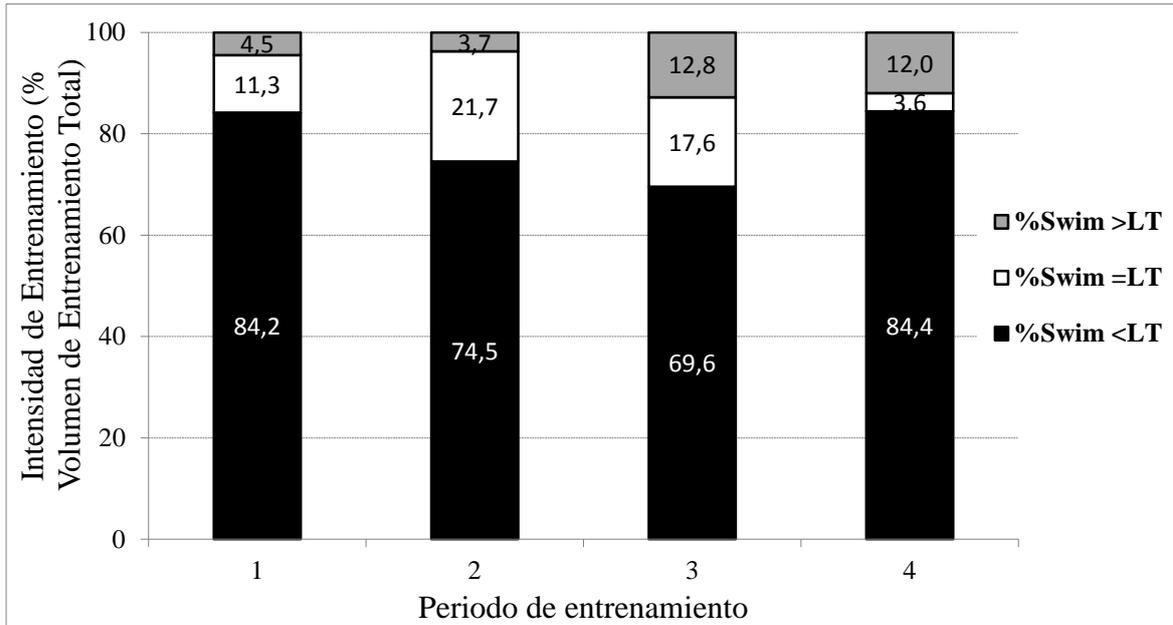
**Figura 6:** Carga total de entrenamiento, expresada en unidades arbitrarias, para cada uno de los periodos de entrenamiento.

La distribución de las intensidades referidas a las tres zonas de entrenamiento por debajo del ILT, entre ILT y el OBLA, y por encima del OBLA en cada bloque fueron 80%, 9%, 11% para HIIT, 75%, 18,5%, 6,4% para THR, 81,6 %, 10,4%, 8% para LIT y 86,2%, 4,1%, 9,7% para el taper. La distribución de las zonas de intensidad por bloques está expresada en la Figura 7.



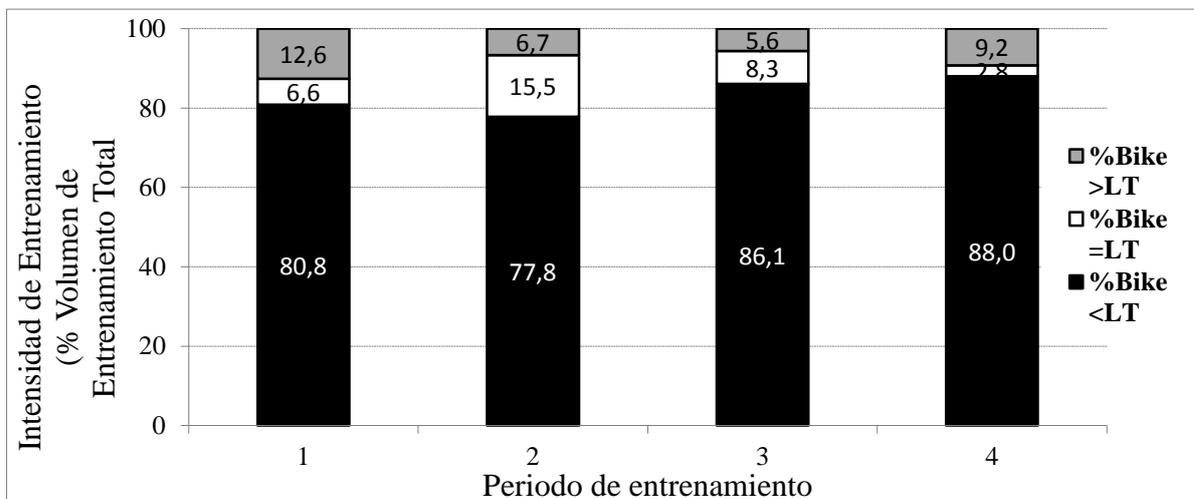
**Figura 7:** Distribución de la intensidad de entrenamiento, expresada sobre el porcentaje del volumen total de entrenamiento (incluyendo volúmenes de nado, bici y carrera a pie), para los 4 periodos de preparación. Periodo de entrenamiento 1; HIIT; Periodo de entrenamiento 2: THR; Periodo de entrenamiento 3: LIIT; Periodo de entrenamiento 4: Taper. Las barras negras representan intensidades por debajo del umbral láctico individual (ILT); las barras blancas representan intensidades entre el ILT y el OBLA; las barras grises representan intensidades por encima del OBLA.

Para la natación, la distribución de las intensidades referidas a las tres zonas de entrenamiento por debajo del ILT, entre ILT y el OBLA, y por encima del OBLA fueron 84,2%, 11,3%, 4,5% para HIIT, 74,5%, 21,7%, 3,7% para THR, 69,6 %, 17,6%, 12,8% para LIT y 84,4%, 3,6%, 12% para Taper respectivamente (Figura 8).



**Figura 8:** Distribución de la intensidad de entrenamiento de la especialidad de nado, expresada sobre el porcentaje del volumen total de entrenamiento para los 4 periodos de preparación. Las barras negras representan intensidades por debajo del umbral láctico individual (ILT); las barras blancas representan intensidades entre el ILT y el OBLA; las barras grises representan intensidades por encima del OBLA.

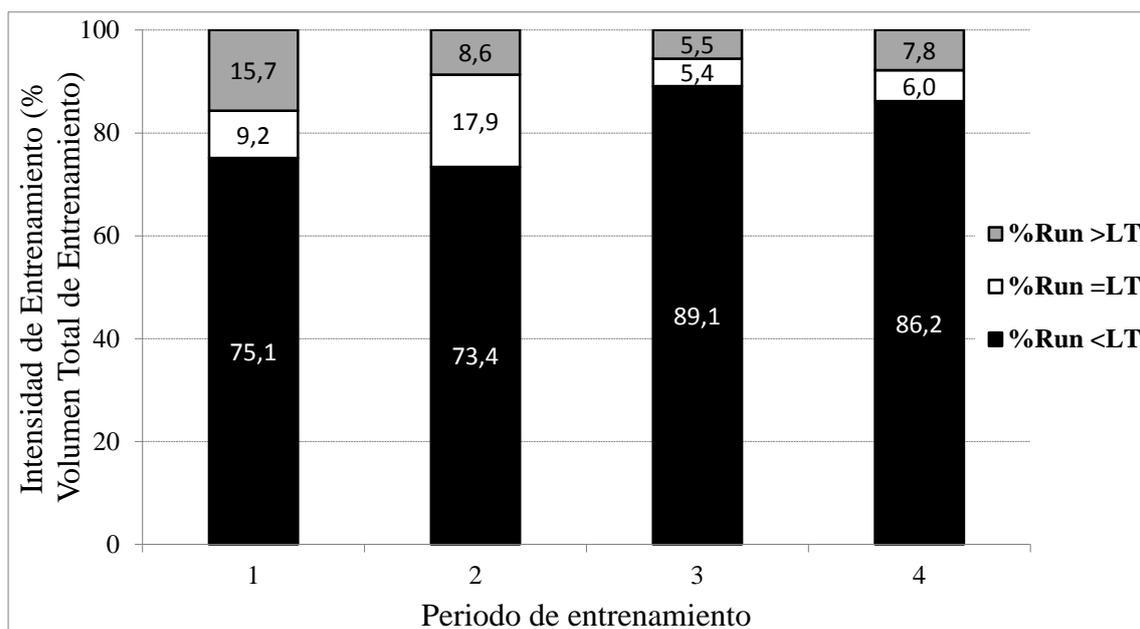
Para el entrenamiento de bici la distribución de las intensidades referidas a las tres zonas de entrenamiento por debajo del ILT, entre ILT y el OBLA, y por encima del OBLA fueron 80,8%, 6,6%, 12,6% para HIIT, 77,8%, 15,5%, 6,7% para THR, 86,1 %, 8,3%, 5,6% para LIT y 88%, 2,8%, 9,2% para Taper (Figura 9).



**Figura 9:** Distribución de la intensidad de entrenamiento de la especialidad de bici, expresada sobre el porcentaje del volumen total de entrenamiento para los 4 periodos de

preparación. Las barras negras representan intensidades por debajo del umbral láctico individual (ILT); las barras blancas representan intensidades entre el ILT y el OBLA; las barras grises representan intensidades por encima del OBLA.

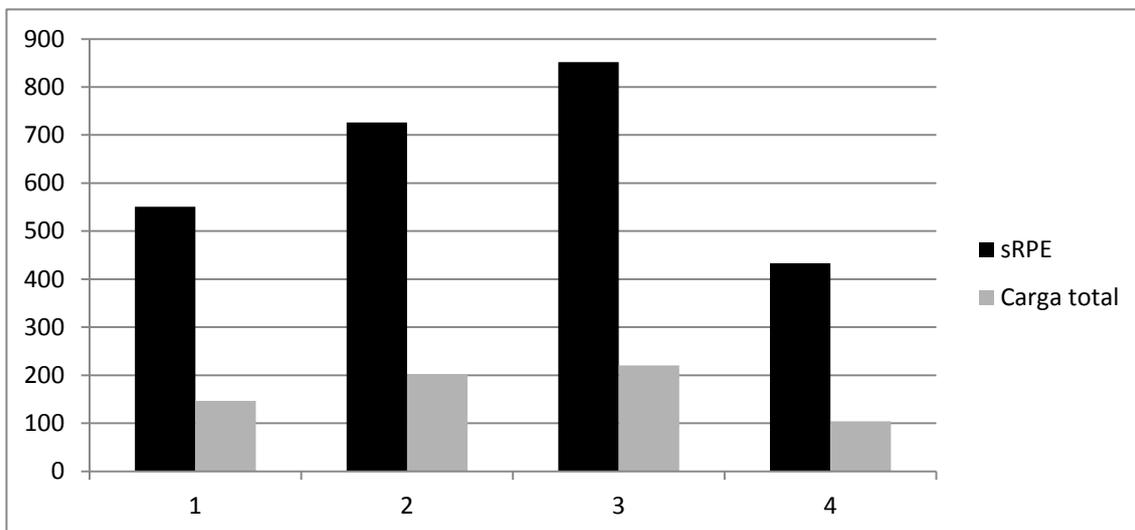
Y, finalmente, para la carrera a pie la distribución de las intensidades referidas a las tres zonas de entrenamiento por debajo del ILT, entre ILT y el OBLA, y por encima del OBLA fueron 75,1%, 9,2%, 15,7% para HIIT, 73,4%, 17,9%, 8,6% para THR, 89,1 %, 5,4%, 5,5% para LIT y 86,2%, 6,0%, 7,8% para Taper, expresados en la Figura 10.



**Figura 10:** Distribución de la intensidad de entrenamiento de la especialidad de carrera a pie, expresada sobre el porcentaje del volumen total de entrenamiento para los 4 periodos de preparación. Las barras negras representan intensidades por debajo del umbral láctico individual (ILT); las barras azules representan intensidades entre el ILT y el OBLA; las barras grises representan intensidades por encima del OBLA.

Una vez observados la distribución de las intensidades y la carga total de entrenamiento que estas conformaban, se quiso comprobar que relación tenía la sRPE con la carga de entrenamiento, para posteriormente, poder utilizarla como mecanismo de control de la carga. Para ello, se le pidió al deportista que registrara la RPE de cada sesión de entrenamiento, para posteriormente ser multiplicado ese valor por la duración del trabajo, obteniendo la sRPE. Finalmente se consiguió el valor medio de sRPE de cada bloque, dividiendo la suma de las sRPE por el número de sesiones del bloque.

Como se puede observar en la Figura 11, podemos concluir que la sRPE puede ser una herramienta válida para el control de la carga de entrenamiento, ya que la similitud de los gráficos y su relación parece más que evidente.



**Figura 11:** Carga total de entrenamiento; las barras negras representan a la carga obtenida a través de la sRPE; las barras grises representan la carga expresada en unidades arbitrarias.

### 3.3. Conclusiones

De los resultados observados en este estudio de caso, podemos concluir que un programa de entrenamiento de triatlón de 9 semanas basado en un modelo de periodización inversa, con una distribución polarizada de las intensidades, resultó efectivo para la mejora del rendimiento en la prueba de Ironman.

A su vez, el uso de la RPE para el control de la carga y la mejora del rendimiento en triatlón parece ser una herramienta útil y fácil de aplicar, siempre y cuando se lleve a cabo un proceso previo prolongado de familiarización en su uso.

No obstante, creo necesario la realización de más investigaciones dentro del mundo del triatlón en el que se apliquen este tipo de planificaciones para comprobar su aplicabilidad, a la vez que se realiza un control exhaustivo de la carga mediante RPE que puedan ayudar a comprobar la validez y fiabilidad de esta herramienta.

#### 4. Bibliografía:

1. Arroyo-Toledo JJ. Composición corporal y rendimiento en la natación. (Eficacia de los modelos de periodización tradicional y periodización inversa en la natación de velocidad). *NSW*. 2011; 34(4): 18-23.
2. Arroyo-Toledo JJ, Clemente VJ, González-Ravé J.M. The effects of ten weeks block and reverse periodization training on swimming performance and body composition of moderately trained female swimmers. *J. Swimming Research*. 2013; 21:1.
3. Arroyo-Toledo JJ, Clemente VJ, González-Ravé J.M, Ramos Campo DJ, Sortwell AD. Comparación entre Periodización Tradicional y Periodización Inversa: Rendimiento en Natación y Valores Específicos de Fuerza. *PubliCe Premium*. 2014.
4. Barrero A, Chaverri D, Erola P, Iglesias X, Rodríguez FA. Intensity Profile during an Ultra-endurance Triathlon in Relation to Testing and Performance. *Inst J Sports Med*. 2014.
5. Banister EW. Modeling Elite Athletic Performance in Physiological Testing of Elite Athletes. *Human Kinetics*. 1991; 403-424.
6. Banister EW, Calvert TW, Bach T. A Systems model of training for athletic performance. *Aust. J. Sports Med*. 1975; 7(3): 57-61.
7. Bompa T. Base endurance: move forwards with reverse periodization!
8. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*. 1970; 2(2): 92-98.
9. Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*. 2009; 39(9): 779-795.
10. Diaz V, Zapico AG, Peinado AB, Álvarez M, Benito PJ, Calderón FJ. Physiological profile of elite triathletes: a comparison between Young and profesional competitors. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2009; 4(3): 237-245.
11. Esteve-Lanao J, Foster C, Seiler S, Lucia A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(3): 943-949.
12. Foster C, Daines E, Hector L, Snyder AC, Welsh R. Athletic performance in relation to training load. *Wis Med J*. 1996; 95(6): 370-374.
13. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*. 2001; 15(1): 109-115.
14. Halson SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*. 2014; Suppl 2: 139-147.

15. Halson SL. Monitorización de la fatiga y la recuperación. *Sports Science Exchange*. 2014; 27(135): 1-6.
16. Herman L, Foster C, Maher MA, Mikat RP, Porcari JP. Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African Journal of Sports Medicine*. 2006; 18(1): 14-17.
17. Iellamo F, Manzi V, Caminiti G, Vitale C, Castagna C, Massaro M, Franchini A, Rosano G, Volterrani M. Matched dose interval and continuous exercise induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. *Int J Cardiol*. 2013; 167(6): 2561-2565.
18. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. Use of RPE based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(6): 1042-1047.
19. Issurin V. New Horizons for the Methodology and physiology of Training Periodization: Review. *Sport Medicine*. 2010; 40(3): 189-206.
20. Laurens PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010; 20(2): 1-10.
21. Laurens PB, Shing CM, Peake JM, Coombes FS, Jenkins DG. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclist. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 1801-1807.
22. Manzi V, Iellamo F, Impellizzeri F, D'Ottavio S, Castagna C. Relation between individualized training impulses and performance in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41(11): 2090-2096.
23. Muñoz I, Cejuela R, Seiler S, Larumbe E, Esteve-Lanao J. Training Intensity Distribution During an Ironman Season: Relationship With Competition Performance. *International Journal of Sport Physiology and Performance*. 2013.
24. Muñoz I, Seiler S, Alcocer A, Car N, Esteve-Lanao J. Specific Intensity for Peaking: Is Race Pace the Best Option? *J Sports Medicine*. 2015; 6(3)
25. Mujika I. Olympic preparation of world-class female triathlete. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2013; 9(4): 727-731.
26. Mujika I, Padilla S. Scientific Bases for Precompetition Tapering Strategies. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 2003; 35(7): 1182-1187.
27. Neal CG, Hunter AM, Brennan L, O'Sullivan A, Hamilton DL, DeVito G, Galloway S. Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *J Appl Physiol*. 2012; 114: 461-471.

28. Rodriguezx-Marroyo JA, García-Lopez J, Juneau CE, Villa JG. Workload demands in profesional multi-stage cycling duration. *Br J Sports Med.* 2009; 43: 180-185.
29. Ronnestad BR, Ellefsen S, Nygaard H, Zacharoff E, Vikmoen O, Hansen J, Hallen J. Effects of 12 weeks of block periodization on performance and performance indices in well-trained cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2012; 24: 327-335.
30. Ronnestad BR, Hansen J, Ellefsen S. Block periodization of high-intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2012; 24:34-42.
31. Ronnestad BR, Hansen J, Vegge G, Tonnessen E, Slettalokken G. Short intervals induce superior training adaptations compared with long intervals in cyclist – An effort-matched approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2014; 25: 143-151.
32. Seiler S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *Int J Sports Physiol Perform.* 2010; 5(3): 276-291.
33. Seiler S, Kjerland GO. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2006; 16: 49-56.
34. Stoggl T, Sperlich B. Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in Physiology.* 2014; 5:33.
35. Stoggl T, Sperlich B. The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes. *Frontiers in Physiology.* 2015; 6:295.
36. Thomas L, Mujika I, Busso T. A model study of optimal training reduction during pre-event taper in elite swimmers. *Journal of Sports Sciencies.*2008; 26(6): 643-652.
37. Tonnessen E, Slyta O, Haugen TA, Hem E, Svendsen IS, Seiler S. The Road to Gold: Training and Peaking Characteristics in the Year Prior to a Gold Medal Endurance Performance. *Plos ONE.* 2014; 9(7): 1-12.
38. Wallace LK, Slattery KM, Impellizzeri FM, Coutts AJ. Establishing the criterion validity and reliability of common methods for quantifying training load. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(8): 2330-2337.

