

Trabajo Fin de Grado (Propuesta de intervención, innovación/mejora).

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.



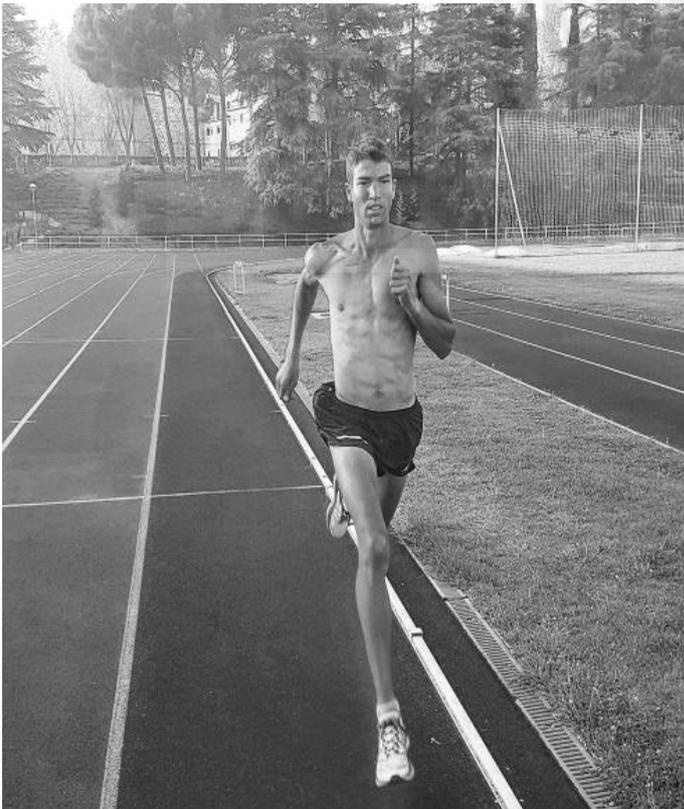
Universidad Miguel Hernández
de Elche.



Real Federación
Española de Atletismo

Real Federación Española de
Atletismo. (Madrid)

ENTRENAMIENTO POLARIZADO EN ATLETAS DE MEDIO FONDO Y FONDO.



Alumno: David Amorós Candela

Tutor Académico: Raúl López Grueso

Curso Académico: 2016/2017

ÍNDICE

	Pág.
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3. INTERVENCIÓN.....	12
4. CONCLUSIONES.....	14
5. BIBLIOGRAFÍA.....	16
6. ANEXOS.....	18



1. CONTEXTUALIZACIÓN.

La propuesta de intervención fué llevada a cabo con la Real Federación Española de atletismo en las instalaciones del Centro de Alto Rendimiento Deportivo adjunto al consejo superior de deportes y la residencia "Joaquín Blume", Madrid (630m). Aun estando ubicado en pleno centro urbano de la capital de España con las ventajas comunicativas y logísticas que esto conlleva, se trata también de un centro con un gran componente natural, ya que se encuentra muy próximo a dos grandes y emblemáticos parajes como son Casa de Campo y el Parque del Oeste, idóneos para la práctica de deportes de larga duración.

Así bien, el centro está compuesto prácticamente en su totalidad por deportistas de alto nivel, deportistas en formación próximos a la mayoría de edad con expectativas de alto rendimiento inmediato, entrenadores de las diferentes disciplinas deportivas y funcionarios adjuntos al propio CSD y a la propia residencia del centro. De esta forma, estaríamos ante un perfil de deportista profesional, muchos de ellos integrantes del equipo nacional, becados y sponsorizados por diferentes marcas comerciales con un amplio nivel de recursos y dedicación.

Sabiendo el claro enfoque al rendimiento, todas sus instalaciones están orientadas a la optimización y la mejora del entrenamiento deportivo. Y con ello cabe destacar el amplio abanico de recursos que aporta el centro a sus usuarios, tanto instalaciones adecuadas para la práctica de deporte de rendimiento, en casi la totalidad de todas las disciplinas olímpicas, como la residencia para los atletas que han obtenido la máxima beca de rendimiento del consejo superior de deportes español. Además del ya mencionado paraje de casa de campo que complementa a las ya validas instalaciones del centro.

Profundizando en las instalaciones más utilizadas por los deportistas con los que vamos a intervenir, cabe destacar la confección de la pista de atletismo, en este caso perteneciente al INEF de Madrid, pero dentro de las instalaciones del CSD. Se trata de una pista de atletismo de 9 calles, con un ovalo exterior de césped artificial con una cuerda de 500 metros que contribuye en la mejora de la absorción de impactos en el atleta. Además de contar dentro del propio CSD con material de todo tipo para el trabajo de fuerza: Barras, discos y suelo de halterofilia, superficies inestables para trabajos propioceptivos tipo bossus, superficies a diferentes alturas para trabajo de saltos, fuerza explosiva y pliometría, maquinaria específica para el trabajo de grupos musculares determinados, así como encoders y plataformas de fuerza para la evaluación del trabajo realizado.

Concretando nuestro programa de intervención, dentro del amplio abanico de deportes que el propio centro abarca, nuestro grupo de trabajo se centra en atletas del perfil ya mencionado en pruebas de media y larga duración, y más concretamente, los atletas del grupo de entrenamiento dirigido por Antonio Serrano Sánchez, donde se abarca desde la prueba de 800 hasta la prueba de maratón.

Atletas los cuales trabajan, con una planificación anual en base a 2 grandes macrociclos, donde en el primero de ellos los atletas concentran su mayor actividad preparatoria en pruebas de 1500m.l y 3000m.l en PC y pruebas de campo a través, buscando un primer pico de forma para las dos últimas semanas de febrero y el mes de marzo. Siendo la preparación del segundo macrociclo encaminada a la preparación de las pruebas de pista al aire libre, los atletas especifican más su entrenamiento en su prueba estrella que en el caso de nuestros atletas pasa por; 800, 1500, 5000, 3000 obst., 10.000 y maratón, buscando el momento de mayor rendimiento en los meses de julio y agosto.

Como objetivo de estudio, es importante destacar que aun siendo un grupo de entrenamiento de rendimiento, el entrenador responsable carece de un método de cuantificación fiable y ajustada a las cargas de entrenamiento de cada deportista. El sistema del entrenador es anotar en una agenda los entrenamientos de alta intensidad, con una intensidad y un volumen asociado a realizar por sus deportistas, mostrándoselos apenas unos minutos antes del entrenamiento. Además no especifica en las sesiones de baja intensidad ningún tipo de rango de esfuerzo asociado a ese trabajo, ordenando a sus atletas entrenar por “sensaciones de comodidad”, y con lo referido al volumen de dichas sesiones de baja intensidad ordena un tiempo aproximado de duración de la sesión. Con todo esto, cuantifica de forma aproximada sólo los kilómetros semanales que realizan sus atletas de maratón en el periodo específico. Distribuyendo menor o mayor intensidad y volumen en las semanas de forma aproximada en función del momento de la temporada y las competiciones (muchas de ellas no planificadas). Tampoco existe cuantificación del entrenamiento de fuerza, siendo esta siempre una misma rutina estanca.

Dicho grupo de entrenamiento será al que cuantificaremos e informatizaremos, aportando un sistema de cuantificación numérica al entrenador para conocer el tipo de metodología de trabajo que lleva a cabo y los parámetros exactos de su “método natural”, analizando los datos de nuestro trabajo, para contrastar si se ajustan o no a las corrientes actuales del entrenamiento en deportes de resistencia, viendo así si los actuales atletas de referencia en nuestro país rigen su trabajo por un patrón de entrenamiento polarizado o no. Y en el caso de ser negativo, proponer una nueva forma de trabajo con la base científica actual, que les ayude a modernizar su forma de entrenamiento y de la posibilidad del aumento del rendimiento obtenido hasta la fecha.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Los métodos HIT o de alta intensidad parece que están dando un vuelco a las diferentes metodologías del entrenamiento, pero al parecer afloran diferentes investigaciones que indican que una demasiada cantidad de entrenamiento HIT quizás no sea lo adecuada en la búsqueda del rendimiento en deportes de endurance. Y fruto de la investigación, conocemos que los deportes de resistencia cada vez trabajan más con grandes duraciones de entrenamiento a baja intensidad, más del 80%, combinado con poca cantidad de entrenamiento de muy alta intensidad como indica Seiler & Tønnessen (2009).

La ciencia avanza su investigación acerca de los métodos de entrenamiento utilizados en deportes de resistencia, y propone cada vez con más fuerza al método de entrenamiento polarizado, en contraposición al modelo de entrenamiento a umbral de lactato. Siendo el polarizado, un método que distribuye esfuerzos de modo que por un lado, acumula grandes cantidades de volumen realizado a baja intensidad, y por otro lado poca cantidad de volumen HIT o de intensidad alta, como indica Hydren & Cohen (2015) en la revisión que aporta acerca de entrenamiento polarizado y su validez en la mejora del rendimiento en deportes como ciclismo, esquí de fondo, carreras de campo a través, atletismo de fondo e incluso atletas de nivel recreacional.

Ahora bien, definiendo claramente zonas de intensidad, según el modelo trifásico de distribución de zonas de intensidad expuesto por Skinner y Mcllellan (1980), figura 1, hablaremos de tres zonas de intensidad para este modelo. Primero una de baja intensidad o zona 1 (Z1), esfuerzos por debajo del primer umbral ventilatorio, VT1, también llamado umbral aeróbico o umbral de lactato, el cual acumula intensidades que suponen una concentración sanguínea menor a 2mm (Seiler, 2010). Por otro lado, hablaremos de una zona de alta intensidad, o zona 3 (Z3), a todo esfuerzo que suponga una intensidad por encima del segundo umbral ventilatorio, VT2 o umbral anaeróbico, que supondrá en mucho de los casos un 90% del VO₂max del sujeto testado. Siendo las zonas de intensidad comprendidas entre ambos umbrales la zona 2 (Z2) o zona de transición.

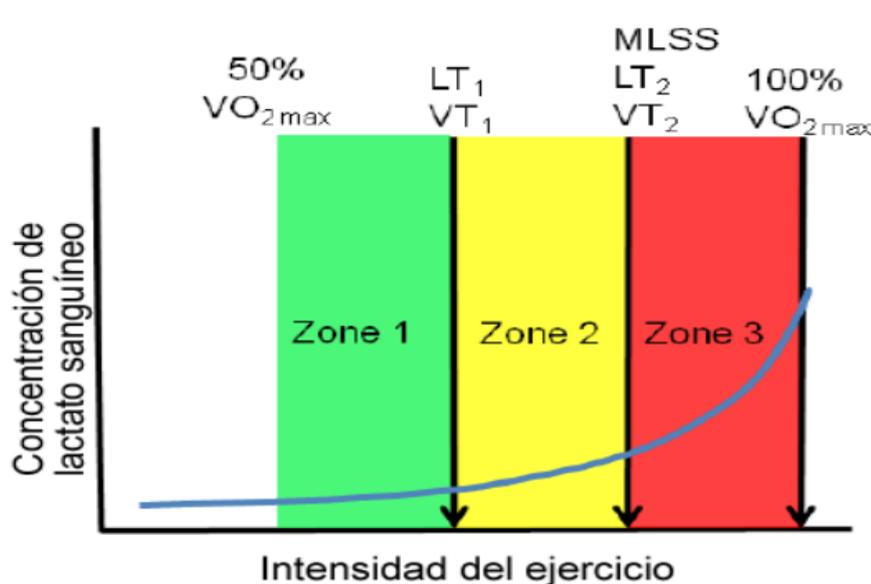


Figura 1. Modelo trifásico de distribución de zonas de intensidad. Skinner y Mcllellan (1980).

Una vez definida las zonas de intensidad que la bibliografía científica expone para el modelo polarizado, pasamos a exponer la distribución del volumen; Pudiendo observar en gran parte de los artículos revisados como en Rosenblat (2015) que la distribución se establece en torno a un 80% del volumen de trabajo del atleta en intensidades por debajo de Z1 y el 20% restante en zonas de alta intensidad o HIT, por encima de Z3. Aunque algunos artículos, señalan la posibilidad de que un modelo polarizado más aproximado a la realidad de un deportista concentre sus esfuerzos en un 75% Z1, un 5% en Z2 y un 20% en Z3, como en Seiler & Kjerland (2006). Además, Seiler & Kjerland (2006), figura 2, nos propone en su relevante estudio cual parece ser es la distribución óptima del volumen en deportistas de alto nivel en deportes de resistencia, y parece ser que una muestra de esquiadores de alto nivel de 17-18 años de edad, siendo medida la intensidad asociada al volumen realizado mediante RPE, FC y lactato sanguíneo, muestra que adoptan el modelo polarizado como forma de entrenamiento frente a la propuesta de un modelo de distribución a umbral.

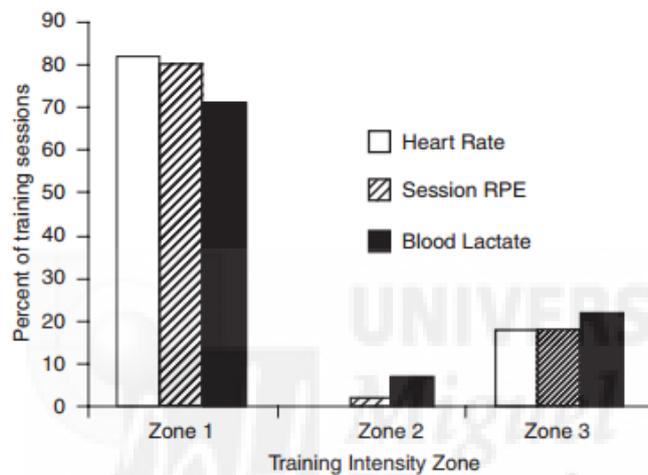


Figura 2. Comparación de la distribución de intensidad de entrenamiento, utilizando frecuencia cardiaca, lactato sanguíneo y el RPE en la propuesta de Seiler & Kjerland (2006).

Definido este último modelo a umbral por ambos artículos anteriores, (Rosenblat ,2015) y (Seiler & Kjerland ,2006) como un modelo de mayor intensificación, que trabaja una mayor cantidad de volumen entre umbrales, más concretamente, 45% Z1, 35% Z2, 20% Z3 indica Rosenblat (2015).

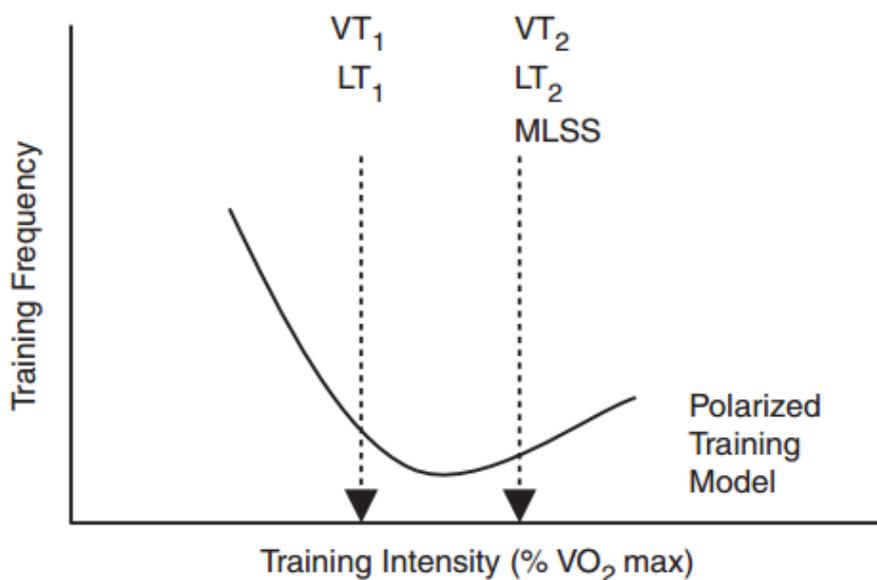


Figura 3. Modelo polarizado de Entrenamiento. (Seiler & Kjerland ,2006)

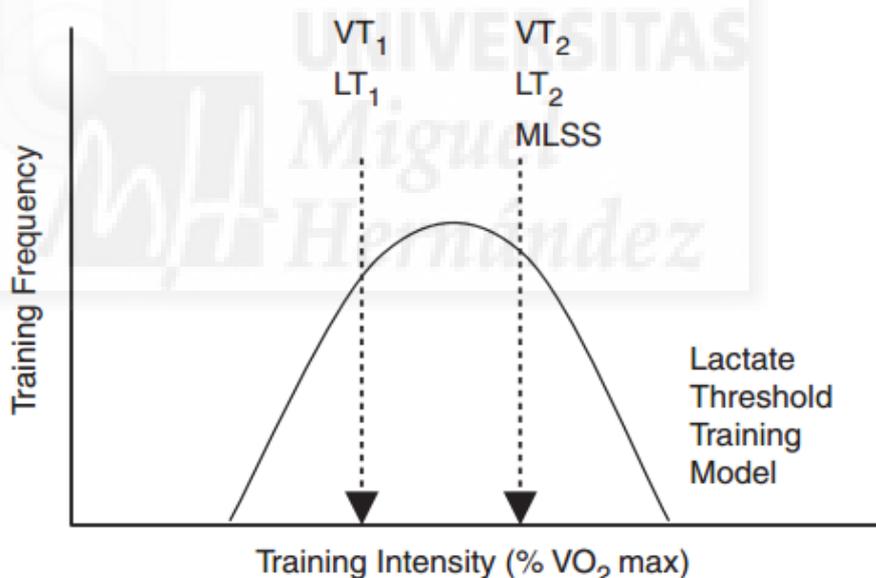


Figura 4. Modelo umbral de lactato. (Seiler & Kjerland ,2006)

La literatura científica revisada aporta la explicación teórica de como el modelo polarizado es capaz de acumular menos impacto de carga interna en el sujeto y menor impacto sobre el sistema nervioso autónomo (Seiler, Haugen & Kuffel, 2007), por realizar gran parte del trabajo por debajo de Z1. Lo que además le permite al deportista recuperar entre esfuerzos de alta intensidad de mejor forma y preparar al organismo para un nuevo esfuerzo intenso de mayor calidad, acumulando además alta cantidad de volumen de entrenamiento y mayor cantidad de adaptaciones. En consecuencia produciendo una suma de cargas más adaptativa para el sujeto que un modelo más a umbral, con mayor porcentaje acumulado en Z2. Siendo los modelos a umbral más intensos y de difícil adaptación para los sujetos, ya que un sujeto que realice mayor cantidad de esfuerzos en Z2 va a realizar una cantidad de volumen a una intensidad mayor de 2mm de lactato en sangre que le va a ocasionar una carga interna

resultante mayor a la del modelo polarizado y más difícil de asimilar y transformar en adaptaciones fisiológicas positivas (Seiler & Tønnessen (2009). Tampoco se ha encontrado mayores resultados asociados a una mayor cantidad trabajo en zona de alta intensidad, siendo un 20% el porcentaje suficiente para producir adaptaciones y no excesivos estímulos que coloquen al organismo en una situación crítica difícil de tolerar (Seiler, 2010). Aunque si encontramos de forma aislada a Acevedo & Goldfarb (1989), que en su artículo indica que no hay diferencias significativas en el aumento de VO₂max en atletas que utilizan uno u otro método, pero sin embargo el rendimiento es mayor para los atletas que intensificaron más el entrenamiento en carrera de 10km.

Siguiendo en nuestra búsqueda y buscando indicadores de rendimiento claros para el método polarizado, los resultados de diferentes estudios (Rosenblat, 2015) comparando métodos de trabajo polarizado y trabajos con mayor acumulación de carga entre umbrales (Z2), obtiene como resultado que el método polarizado resulta como una forma de trabajo con menor impacto para los atletas, que da resultados de mayor obtención de rendimiento en carrera de 10km en atletas recreacionales y sub-elite. También existen evidencias de bajo nivel en mejoras de economía de carrera y mejoras en el VO₂max en ciclistas, esquiadores de fondo, triatletas y atletas, siendo estos últimos los que más nos interesan para el presente trabajo. También, Stöggl & Sperlich (2014) establecen una comparación entre métodos de alta intensidad, alto volumen, a umbral, polarizado y concluye que el método polarizado es el más acertado como forma de entrenamiento en deportes de resistencia, atletas, triatletas, ciclistas y esquiadores.

Profundizando más en estudios específicos de nuestro ámbito de intervención, la carrera a pie, encontramos estudios con atletas recreacionales los cuales mejoran su rendimiento con la llevada a cabo de un método de entrenamiento polarizado como indica Muñoz, et al. (2014). Pero filtrando más nuestra búsqueda y centrándonos en el perfil de atleta con el que vamos a intervenir, encontramos artículos en atletas de medio fondo, como el artículo de Ingham, Fudge & Pringle (2012), que observa sustanciosas mejoras en el rendimiento con atletas de 1500m. Compararon modificaciones de entrenamiento en dos años diferentes, siguiendo el primer año un modelo más a umbral, ya que los atletas tendieron a entrenar con una intensificación mayor de la debida en sus entrenamientos de media o baja intensidad, según sus zonas de trabajo y entrenando en el segundo año con un modelo polarizado. Se observó como un modelo polarizado conseguía concentrar estímulos de mucha más alta intensidad, que dieron como resultado aumentos de VO₂max y de rendimiento en la prueba de 1500m, Figura 2.

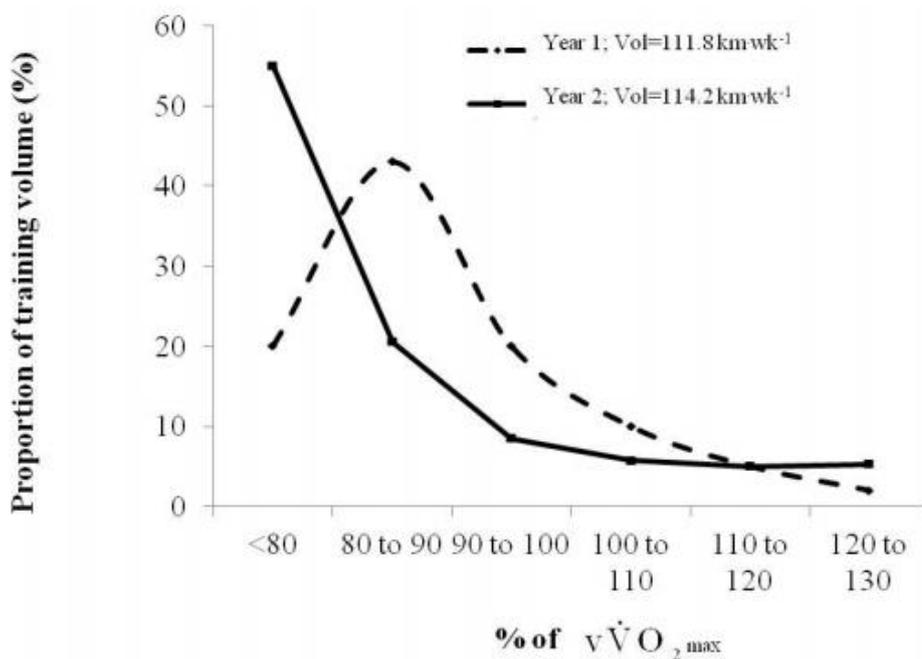


Figura 5. Diferencias entre primera y segunda temporada en Ingham, Fudge & Pringle (2012).

Así bien, continuando en profundizar con la muestra que a este estudio le proporciona mayor relevancia, estudios como Esteve-Lanao, Foster, Seiler & Lucia (2007), observan en corredores de 5000m, los cuales realizan en periodo invernal competiciones de campo a través, mejoras en el rendimiento cuanto mayor cantidad de entrenamiento se realice en zona 1. En este artículo, se trabajó con un grupo de atletas en método claramente polarizado y por otro lado con un método claramente a umbral de lactato. Obteniendo significativamente mayor rendimiento el grupo que trabajo en polarizado.

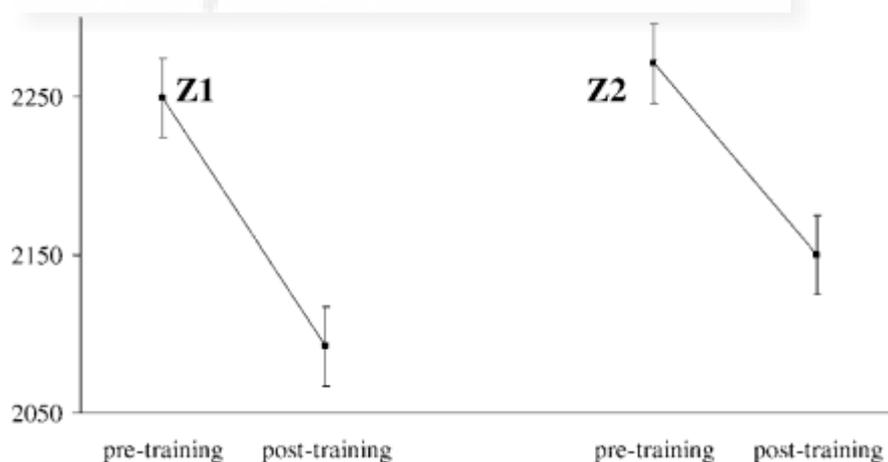


Figura 6. Cambios en rendimiento tras entrenamiento para 10.4km de cross. (Esteve-Lanao, Foster, Seiler & Lucia 2007).

Siguiendo la línea del anterior estudio, nos muestra la bibliografía, en este caso (Esteve-Lanao, San Juan, Earnest, Foster, & Lucia,(2005) una interesante evidencia en corredores de campo a través en disciplina de cross corto (4.175m) (figura 8) y cross largo (10.130m) (figura 7) , la cual nos muestra como a mayor tiempo de entrenamiento transcurrido en Z1, el rendimiento en competición se muestra mayor.

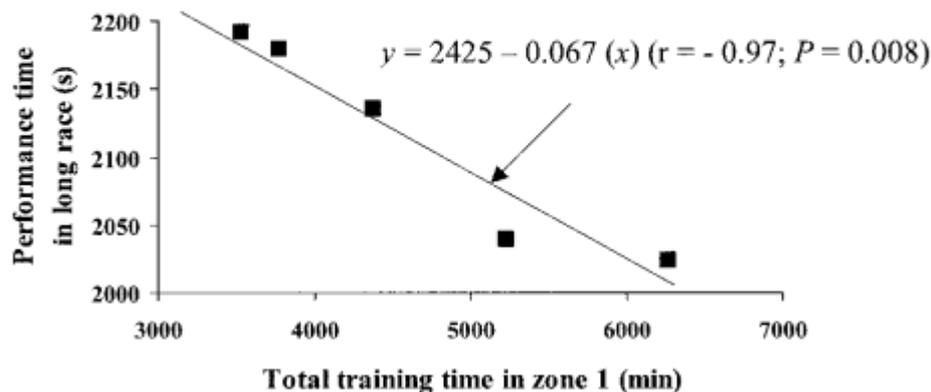
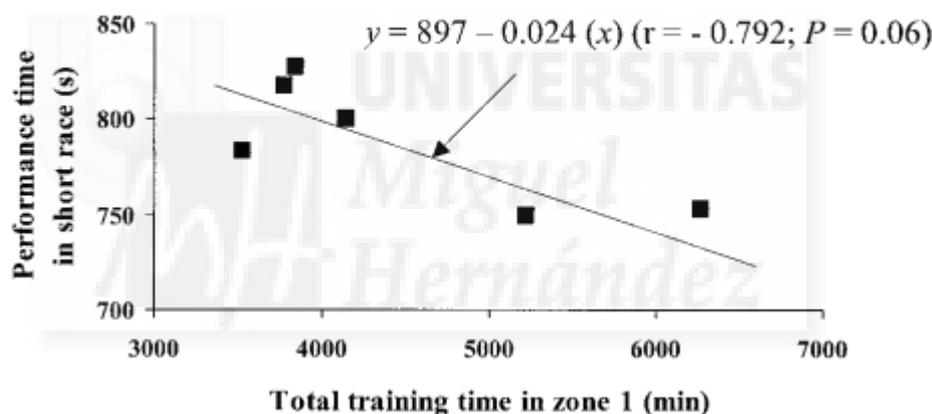


Figura 7. Relación entre total tiempo acumulado en Zona 1 y rendimiento en pruebas de cross largo (10.130m). (Esteve-Lanao, San Juan, Earnest, Foster, & Lucia,(2005).



*Figura 8. Relación entre total tiempo acumulado en Zona 1 y rendimiento en pruebas de cross corto (4.175 m). (Esteve-Lanao, San Juan, Earnest, Foster, & Lucia,(2005).

Seiler, (2010) encuentra como corredores de alto nivel en pruebas de medio fondo hasta maratón, parecen entrenar utilizando la metodología que defendemos en el presente trabajo. Alegando, como decíamos antes, la necesidad de introducir dos sesiones, o un 20% del volumen en zona de alta intensidad, siendo esta crítica en la obtención de rendimiento y la asimilación de este por parte del deportista, no obteniendo una mayor mejoría en los niveles de rendimiento del deportista por una mayor intensificación en su entrenamiento. De esta forma, Seiler & Tønnessen (2009) analiza la forma de entrenamiento de atletas de elite y sus distribuciones de carga durante los diferentes periodos de entrenamiento y observa como el método polarizado está implantado en una gran cantidad de atletas de endurance. Además compara en un mismo atleta en dos temporadas diferentes resultados entrenando con y sin modelo polarizado obteniendo resultados favorables para mencionado método.

Con todo esto, ¿cumplen los atletas de alto rendimiento de nuestro país en pruebas de medio fondo y fondo el modelo polarizado por el cual aboga la corriente científica actual? .

3. INTERVENCIÓN.

Con todo lo expuesto, vamos a profundizar en la intervención de nuestro trabajo, la cual tiene como objetivo de resolver la pregunta expuesta en el punto anterior y comprobar con datos objetivos y reales si los atletas de rendimiento en pruebas de 800m a maratón del centro ya descrito avanzan en la misma dirección que la ciencia, aplicando un modelo polarizado en su método de entrenamiento.

Nuestro plan de actuación consistió en una recopilación de datos, mediante toma de tiempos a pie de pista en los entrenamientos de los atletas durante nuestra estancia en el centro. También, por medio de consulta de diarios del atleta y entrenador, tuvimos acceso a la información necesaria de volumen e intensidad de diferentes atletas en diferentes momentos de la temporada para emitir posteriormente informe detallado e informatizado por medio de los programas Excel y Power BI de Microsoft (Anexo 1), de cómo fue la distribución de volumen, intensidad y carga del trabajo realizado, pudiendo ver así si cumplen o no con el modelo polarizado expuesto. Y con esto darle más apoyo científico a nuestra revisión bibliográfica o por el contrario comprobar si los atletas utilizan un modelo más "a umbral". Además de proporcionar al entrenador datos visuales, reales, detallados, objetivos y porcentuados del trabajo que realizan sus atletas en cuanto carga interna, volumen e intensidad, ya que hasta la fecha no contaba con tal cuantificación al detalle.

La cuantificación del volumen de los atletas, fue llevada a cabo mediante la unidad kilómetro (km). Y para establecer la intensidad de trabajo de ese volumen, rigiéndonos por el plano bioenergético propuesto por García-Verdugo, (2003), se calcularon las zonas de trabajo de cada sujeto en función de los diferentes test en laboratorio que se les realizan periódicamente los atletas, o bien para los que no tuvieron acceso a este tipo de prueba, establecimos sus zonas en función de sus mejores marcas personales actuales en pruebas de 5000m.l, 3000m.l y 10.000m.l, asociando los diferentes porcentajes de vVo₂max con los porcentajes de cada zona de trabajo como nos indica Billat, (2002)p.130, ya que a las alturas de temporada en la que transcurrió nuestra estancia y los diferentes eventos a los que deben acudir los atletas, el entrenador no consideró la opción de hacer una valoración ni de laboratorio ni de campo. Cabe matizar que para la elaboración de esta intervención, obtuvimos las diferentes zonas de entrenamiento, las cuales llevan asociadas un ritmo y una frecuencia cardíaca, utilizando la variable ritmo en minutos por kilómetros (min/km) para cuantificar el apartado intensidad de nuestro estudio, ya que en la muestra de atletas con la que trabajamos no utilizaba banda pectoral para medir la frecuencia cardiaca porque les resultaba incómoda. Ahora bien, todos los atletas contaron con un reloj GPS que nos permitió controlar detalladamente kilómetros realizados y su velocidad asociada. Y por otro lado, el cálculo de la carga del sujeto se llevó a cabo a través del método TRIMP (Cuadrado Reyes, & Grimaldi, 2012), (Pérez, 2016), (Cejuela Anta, & Esteve-Lanao, 2011), asociado a una puntuación de 1 a esfuerzos en Z1, de 2 a esfuerzos en Z2 y 3 en Z3, utilizando unidades arbitrarias de carga como unidad.

Ahora bien, antes de analizar los resultados pasamos a desglosar las gráficas que con power Bi generamos a través de los datos recolectados y que información nos aportan.

En primero lugar, creamos una tabla numérica donde se desglosa detalladamente por zonas de intensidad, en función al plano bioenergético propuesto por García-Verdugo, (2003), el entrenamiento realizado en cada semana. Anexo 3, Figura 19.

En segundo lugar, obtenemos un gráfico de porcentajes respecto al total de volumen realizado, para cada zona de intensidad mencionada para la tabla anterior. Con el fin de ver de forma clara si se cumplen los porcentajes de distribución de carga propuestos por el modelo polarizado. Anexo 3, Figura 20.

En tercer lugar, tenemos una gráfica donde podemos analizar linealmente la evolución del volumen por zonas de intensidad a lo largo de las semanas de entrenamiento. Donde se pudo observar como el paso de un modelo polarizado a un modelo a umbral en este grupo de atletas reside en las intensidades glucolíticas y lipolíticas. En este caso por ejemplo, con este atleta, se pudo observar como la semana del 14 de mayo, el atleta no realizó el volumen que acostumbra en zona lipolítica y se aproximó casi totalmente a los porcentajes de un modelo polarizado. Anexo 3, Figura 21.

En cuarto lugar tenemos una gráfica donde podemos analizar el volumen total semanal en kilómetros, y con una gráfica lineal superpuesta, analizamos la cantidad de unidades arbitrarias de carga para cada semana. Pudiendo observar la marcada disminución de carga total asociada a la semana del 14 de mayo, (en el caso de este atleta), y relacionada con la bajada de volumen en zona lipolítica. Siendo un claro indicador para nosotros de que los trabajos en Z2, dispara la carga que el sistema asume en su entrenamiento. Anexo 3, Figura 22.

Finalmente, la gráfica que mejor creemos nos hace visualizar el modelo polarizado. Una gráfica en la que podemos observar el volumen semanal por zonas de entrenamiento propias del plano bionérgico propuesto por García-Verdugo, (2003), pero agrupando estas zonas en las tres zonas que nos indica el modelo polarizado, es decir, Z1, Z2, Z3, siendo agrupadas por color. Anexo 3, Figura 23.

Resultados:

Una vez finalizada nuestra estancia, situándonos en el segundo macrociclo de la planificación anual, específico para la preparación de prueba en pista al aire libre, durante el primer mesociclo de carga y el segundo mesociclo específico, pudimos contrastar los siguientes datos: (Anexo 1, Figura 9. Anexo 1, Figura 10. Anexo 1, Figura 14. Anexo 1, Figura 15. Anexo 1, Figura 16. Anexo 1, Figura 17).

Además, analizamos también diferentes momentos de la misma temporada, en atletas de los cuales pudimos obtener información válida del entrenamiento llevado a cabo a través de diarios donde apuntaban con detalle todo el trabajo realizado. (Anexo 1, Figura 12).

Por otro lado, tuvimos acceso a datos fiables por medio de otro diario de atleta, de otras temporadas, para seguir investigando en nuestro trabajo. (Anexo 1, Figura 13).

De forma muy interesante, en un mismo atleta también pudimos contrastar datos de nuestra estancia con datos de los mismos mesociclos pero en la temporada anterior la cual la llevo a cabo en EEUU, con otro sistema de entrenamiento. (Anexo 1, Figura 11).

4. CONCLUSIONES.

Para concluir y tras analizar los datos de nuestra intervención, como en ninguno de los casos se le especificó el ritmo de entrenamiento en las sesiones de baja intensidad y los atletas trabajan por sensaciones según fatiga y gusto propio, obtenemos resultados dispares en cuanto a la distribución de volúmenes en Z1 o Z2, dependiendo todo a la intensidad con la que quieran tomarse regularmente sus rodajes regenerativos o de intensidad intermedia. Siendo los entrenamientos de alta intensidad, más homogéneos en todos los atletas y teniendo el denominador común de ser entorno al 20% del trabajo semanal, por el hecho de que este sí está pautado y regulado en intensidad.

Podemos interpretar los datos, observando una clara intensificación del entrenamiento a baja intensidad. Vemos como en todos los atletas hay una gran carga de entrenamiento por debajo de VT1, pero en ninguno de los casos se observa que el deportista consiga llegar ni a un 80%, ni a un 75% de su volumen semanal por debajo del primer umbral de intensidad. Lo que muestra por tanto un mayor volumen de trabajo en Z2 de lo que el modelo polarizado indica, y en consecuencia una mayor carga e impacto del entrenamiento. Y esto también se puede observar interpretando el gráfico referido a la carga, donde se observa una subida o bajada de carga de entrenamiento muy marcada cuando sube o baja el volumen realizado en Z2 de intensidad, debido a que son zonas de intensidad que permiten al deportista hacer una gran cantidad de volumen y en consecuencia cuando aplicamos la fórmula de cuantificación de carga (volumen x intensidad), obtenemos como resultado una subida o bajada de carga muy importante. Observando así, menor cantidad de carga de entrenamiento en los atletas que mayor cantidad de volumen realizan por debajo de Z1, observándose muy claramente en la atleta que curso una temporada en EEUU (anexo, figura 11) con un método con muchísima cantidad de volumen en Z2, que cuando en su temporada en España paso a realizar un método que aun no siendo polarizado, si acumulaba bastante más cantidad de entrenamiento en Z1 y en Z3 (anexo 1, figura 10), obtiene menos cantidad de unidades arbitrarias de carga y en consecuencia un método de trabajo más adaptativo, según lo analizado hasta ahora en este trabajo. Con la comparativa de este mismo atleta en temporadas, países y sistemas diferentes, vemos como el sistema estadounidense respecto al español, apenas acumulando trabajo en Z1, siendo estos calentamientos y vuelta a la calma los únicos de intensidad regenerativa, planteándonos un claro ejemplo de modelo a umbral.

Hemos observado que a mayor nivel del atleta, mayor cantidad de entrenamiento de baja intensidad por debajo de VT1 existe, y esto es debido a que sus umbrales se sitúan a ritmos bastante altos, próximos a los 4min/km lo que supone una velocidad relativamente alta a la que no acostumbran a superar en sesiones de baja intensidad salvo en las sesiones de larga duración, generalmente los domingos, en las cuales acostumbran a realizar tiradas de entre 20 y 30kms en Z2, más concretamente en zona lipolítica alta. Ahora bien, analizando el trabajo de los atletas de menor nivel vemos como existe un menor porcentaje en Z1, ya que sus umbrales se sitúan a ritmos más lentos, de 4.30min/km, y muchos de ellos no consideran esta una velocidad de trabajo como asumible para ellos, desconociendo la zona de intensidad en la que se encuentran e intensificando inconscientemente su trabajo.

Con todo esto, se observa un no-cumplimiento del modelo polarizado, una intensificación del entrenamiento en zonas de media intensidad, y un impacto de la carga mayor en nuestros atletas del que tendría un modelo polarizado, ajustándose esto a un modelo más a umbral. Encontrando en la distribución semanal (anexo 2, figura 18) de las sesiones aeróbicas extensivas de baja intensidad, el denominador común de que este tipo de sesiones siempre son de mayor intensidad a Z1 los domingos, donde los atletas suelen hacer la tirada de mayor kilometraje. Así bien, como dato de interés, en el caso de que los atletas que

más aproximan sus distribuciones al modelo polarizado, si realizaran la tirada de domingo en zona 1, pasarían de un 60-70% de volumen en Z1 a cumplir con un método 80/20%.

Proponiendo así una línea de trabajo futura con una menor carga en Z2, con un mayor acumulo de volumen en Z1, lo que podría llevar a los atletas a una mejora de rendimiento tal y como indica la bibliografía actual revisada, debido a los argumentos ya mencionados en nuestra revisión previa. Ya que las zonas de alta intensidad se trabajan en la medida correcta en cuanto al planteamiento del modelo polarizado, la única intervención que haríamos para cumplir la distribución 80/20% o 75/5/15% según los entrenamientos y los datos vistos, sería la correcta realización monitorizada del trabajo de baja intensidad para cada atleta durante la semana, y la bajada de intensidad en la tirada del fin de semana por debajo de VT1.



5. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, E. O., & Goldfarb, A. H. (1989). Increased training intensity effects on plasma lactate, ventilatory threshold, and endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(5), 563-568.
- Billat, V. (2002). *Fisiología y Metodología del Entrenamiento de la teoría a la práctica*. Barcelona: Paidotribo.
- Cuadrado Reyes, J., & Grimaldi, M. (2012). Medios para Cuantificar la Carga Interna de Entrenamiento en Deportes de Equipo. La Frecuencia Cardiaca, el Consumo de Oxígeno, la Concentración de Lactato en Sangre y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo: Una Revisión. *PublICE Standard*.
- Cejuela Anta, R., & Esteve-Lanao, J. (2011). Training load quantification in triathlon.
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 943-949.
- Esteve-Lanao, J. San Juan, A. F., Earnest, C. P., Foster, C., & Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med Sci Sports Exerc*, 37(3), 496-504.
- García-Verdugo M. (2003). *Resistencia y entrenamiento. Una metodología practica* Barcelona: Paidotribo.
- 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), 3523-3530.
- Ingham, S. A., Fudge, B. W., & Pringle, J. S. (2012). Training distribution, physiological profile, and performance for a male international 1500-m runner. *International journal of sports physiology and performance*, 7(2), 193-195.
- Muñoz, I., Seiler, S., Bautista, J., España, J., Larumbe, E., & Esteve-Lanao, J. (2014). Does polarized training improve performance in recreational runners?. *International journal of sports physiology and performance*, 9(2), 265-272.
- Pérez, I. M. (2016). Métodos de cuantificación de la carga de entrenamiento en deportes de resistencia cíclica. *Búsqueda*, (16), 53-63.
- Rosenblat, M. (2015). Efectos de la Distribución de la intensidad del Entrenamiento sobre el Rendimiento de Resistencia-Una Revisión Sistemática de Estudios Controlados Aleatorizados. *PublICE Lite*.
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes?. *International journal of sports physiology and performance*, 5(3), 276-291.
- Seiler, S., Haugen, O., & Kuffel, E. (2007). Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(8), 1366.
- 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*, 16(1), 49-56.
- Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). SPORTSCIENCE. sportsci.org. *Sportscience*, 13, 32-53.

- Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). SPORTSCIENCE· sportsci.org. *Sportscience*, 13, 32-53.
- Skinner, J. S., & McLellan, T. H. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research quarterly for exercise and sport*, 51(1), 234-248.
- Stöggl, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in physiology*, 5, 33.



6. ANEXOS

Anexo 1. Cuantificaciones en Gráficos Power BI:

Figura 9. A. M. (Campeón de Europa de 3.000m en pista cubierta).

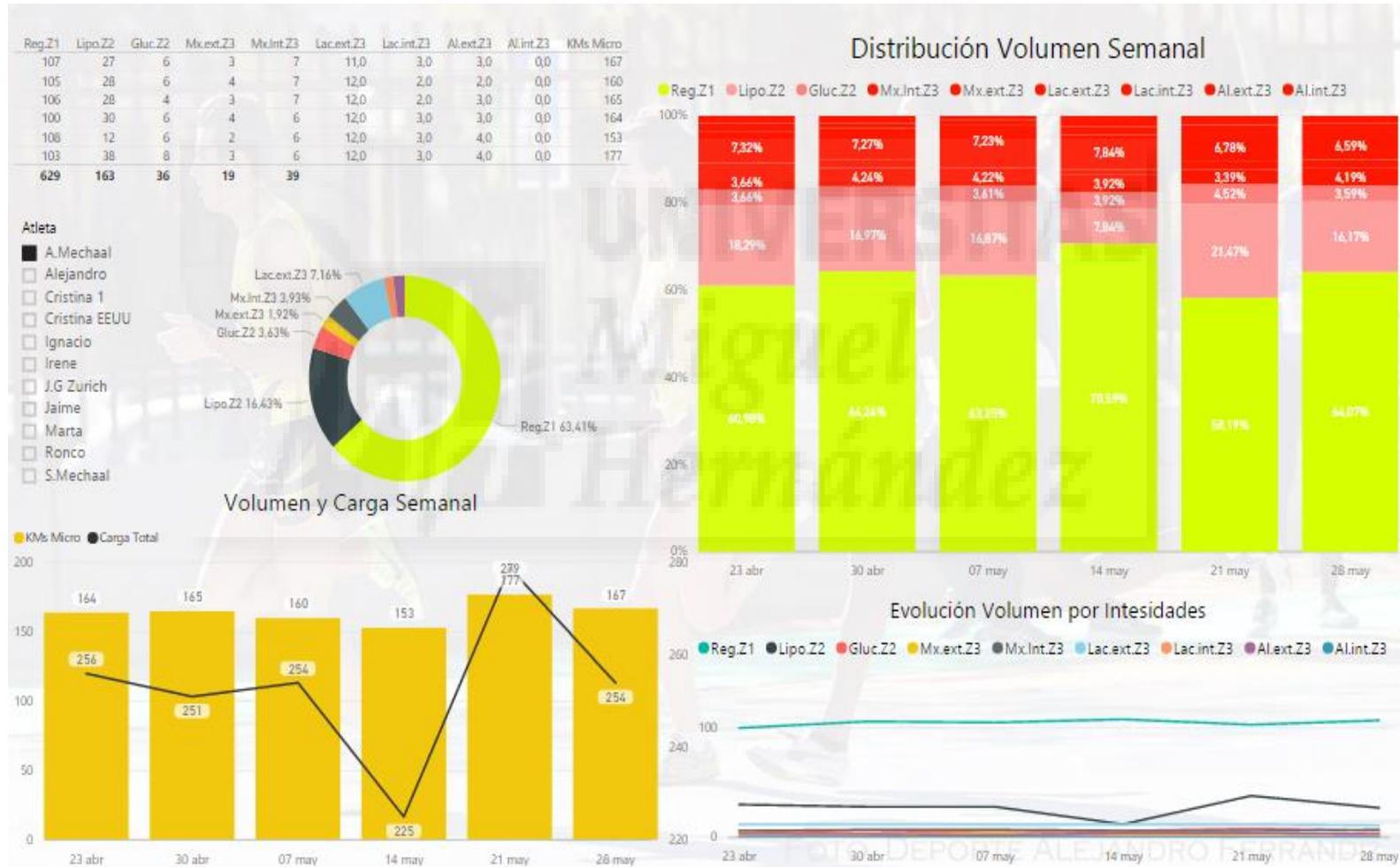


Figura 10. C.J (internacional con España en 1500m).

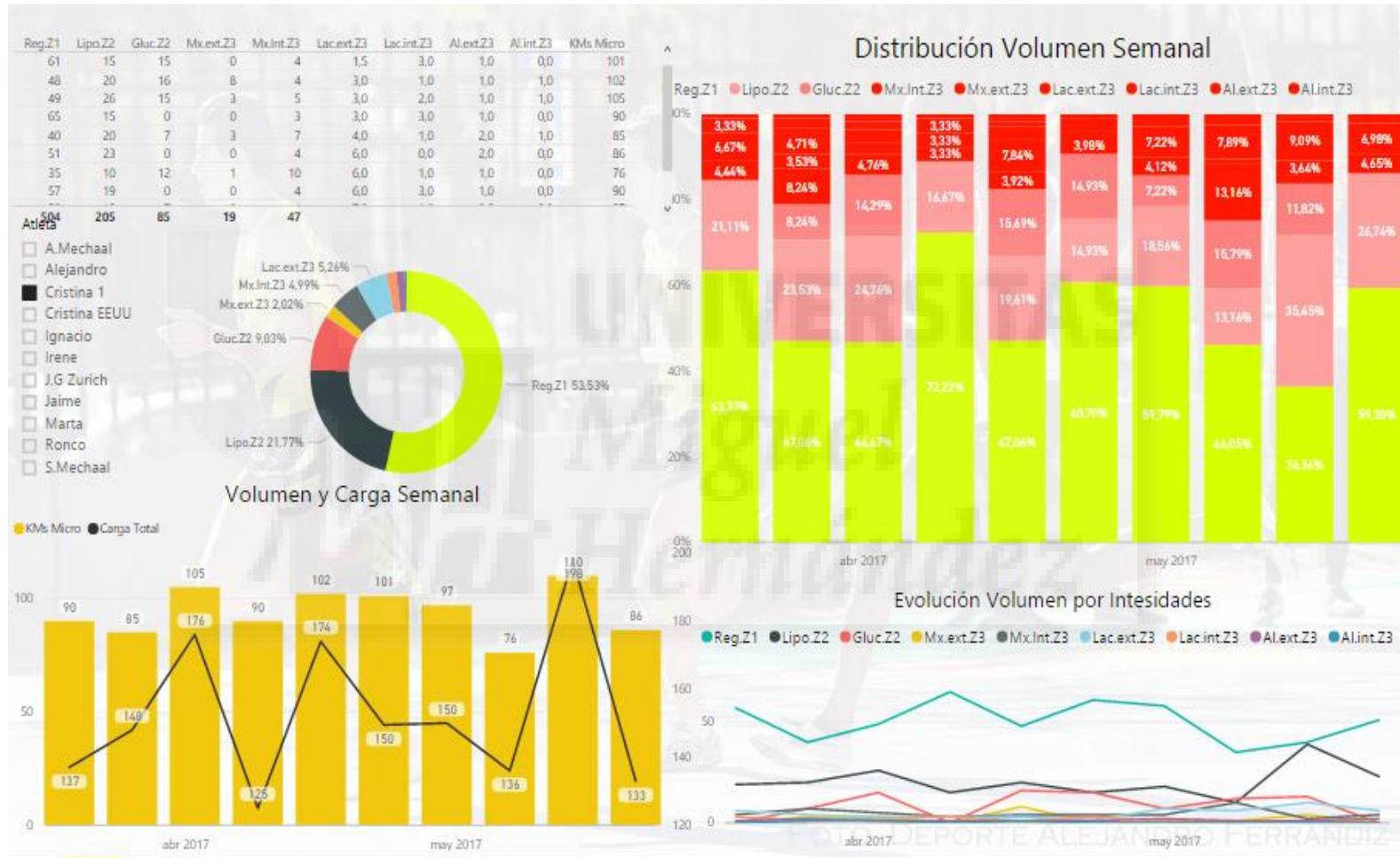


Figura 11. C.J, temporada en EEUU (internacional con España en 1500m).

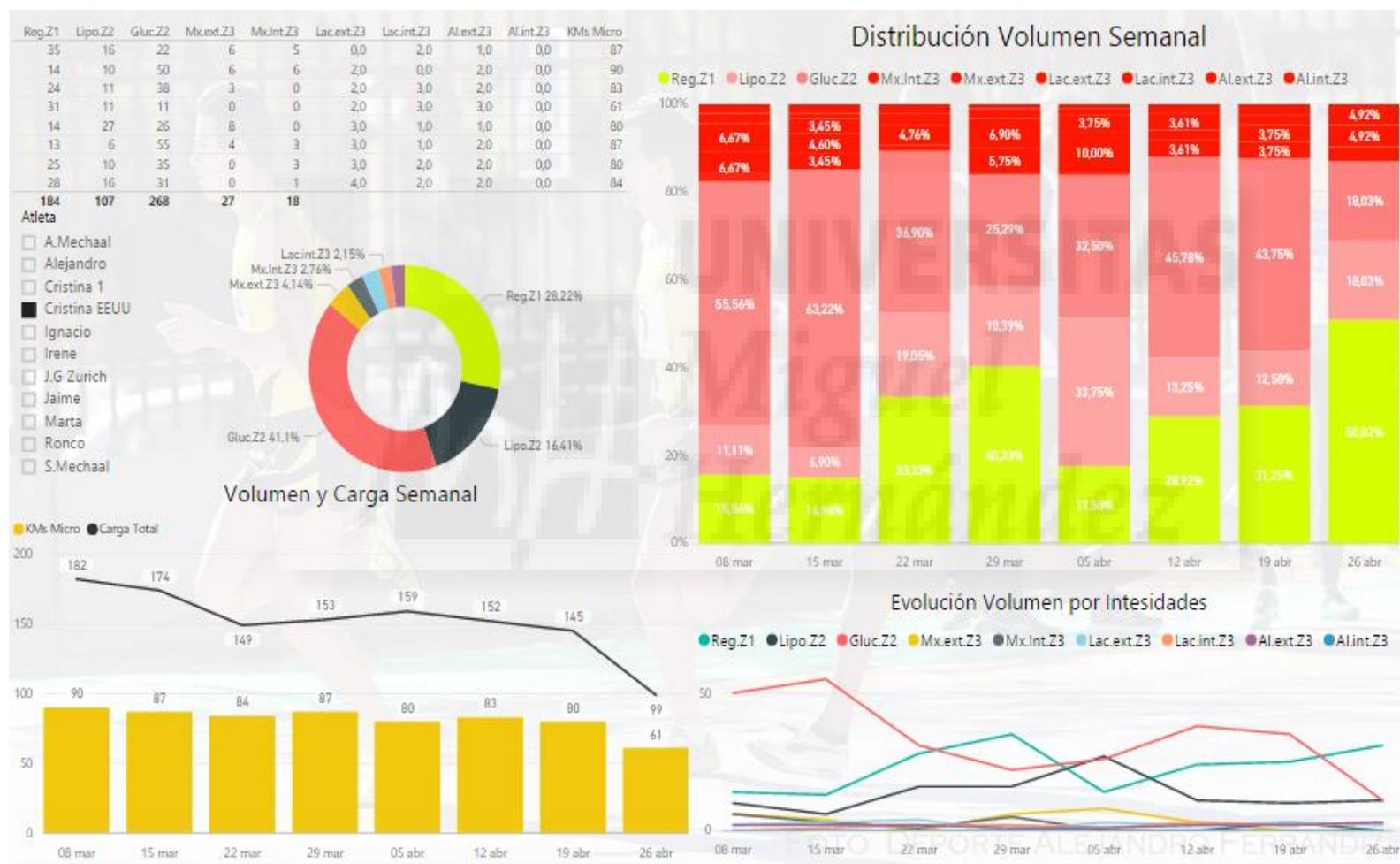


Figura 12. I. S-E (internacional con España 3.000m.obst y cross).

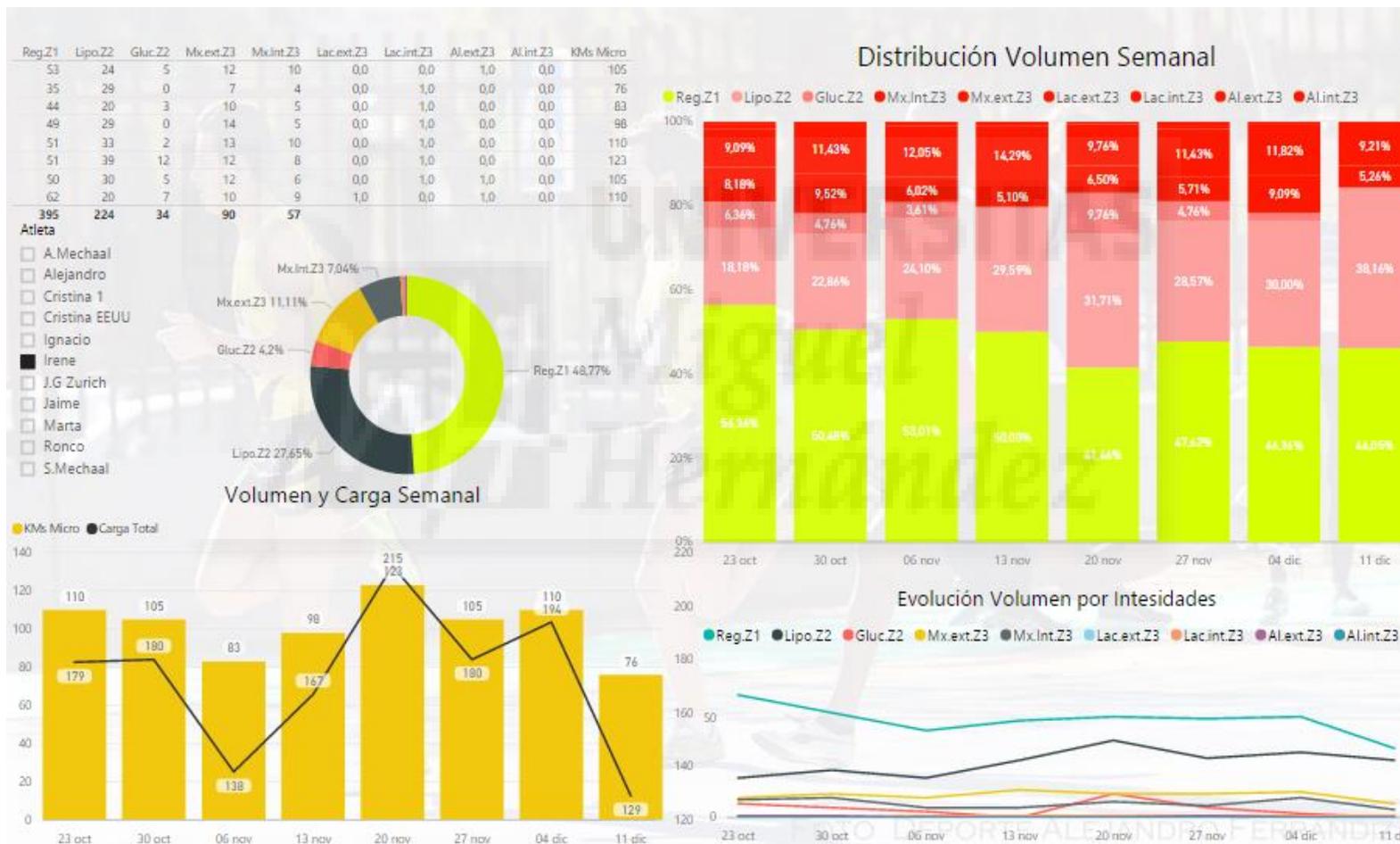


Figura 13. J.G (Internacional con España, maratón).

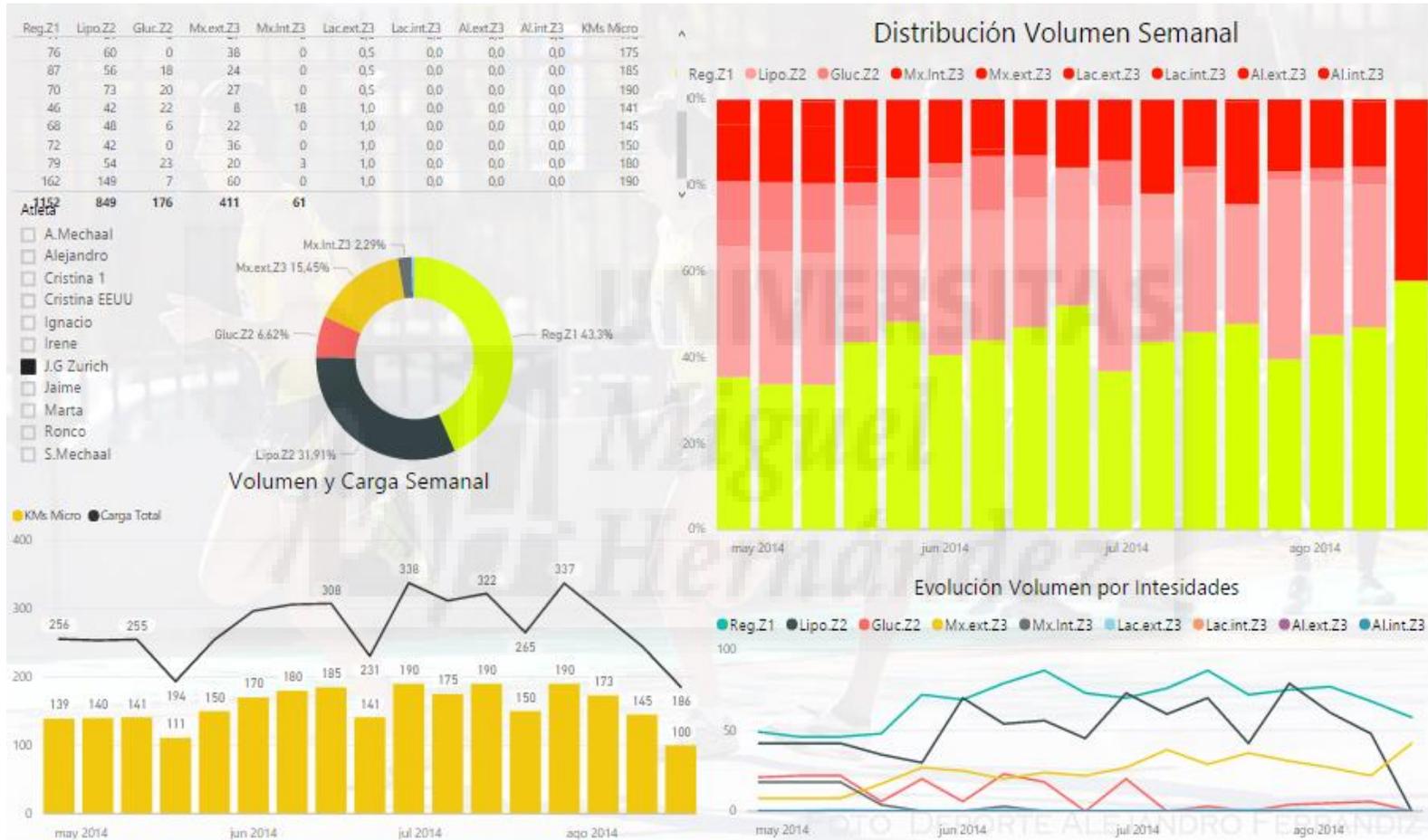


Figura 14. J. M. (atleta con capacidad especial auditiva, internacional con España en 800m).

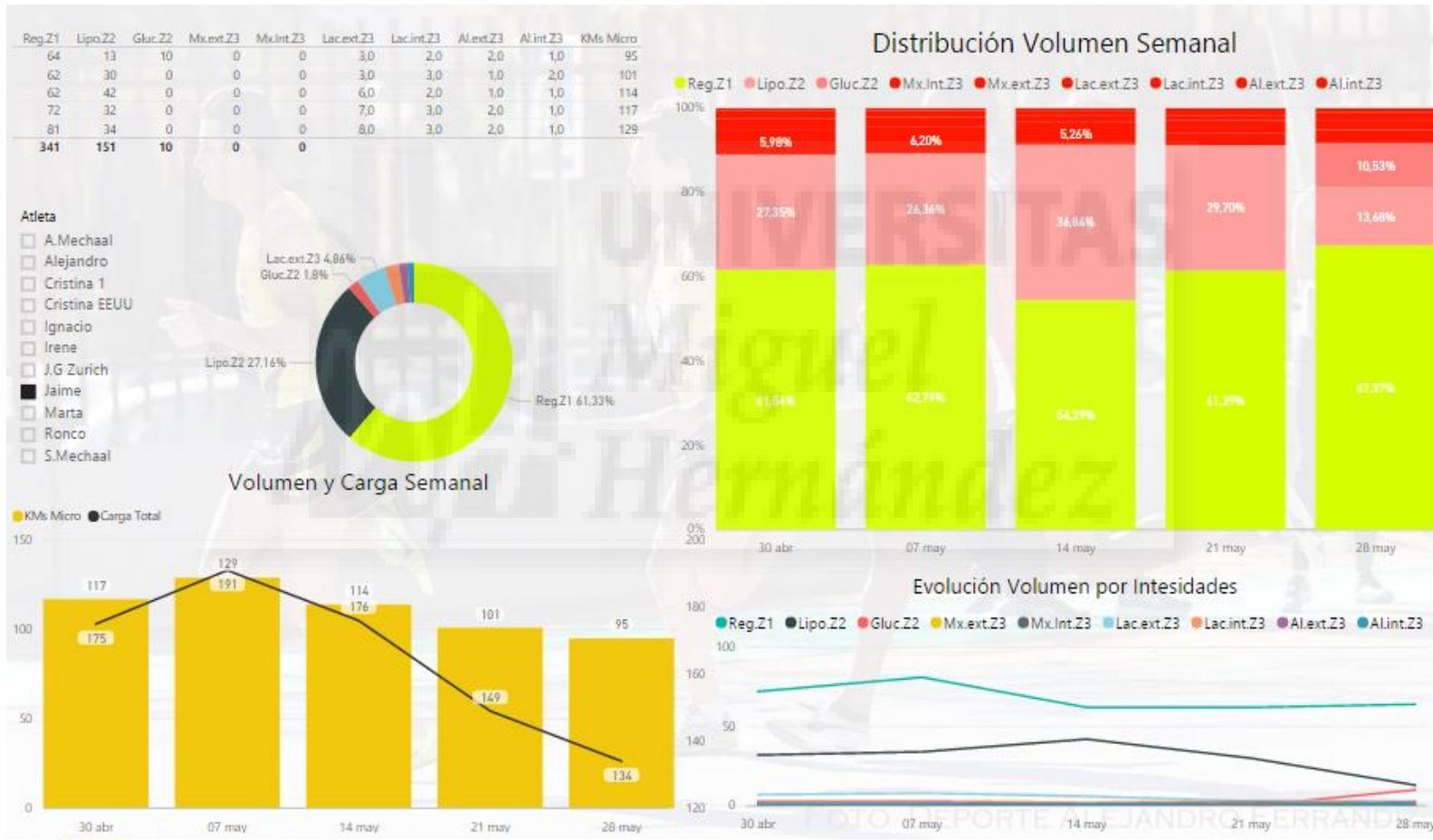


Figura 15. M.P (campeona de España 1500m).

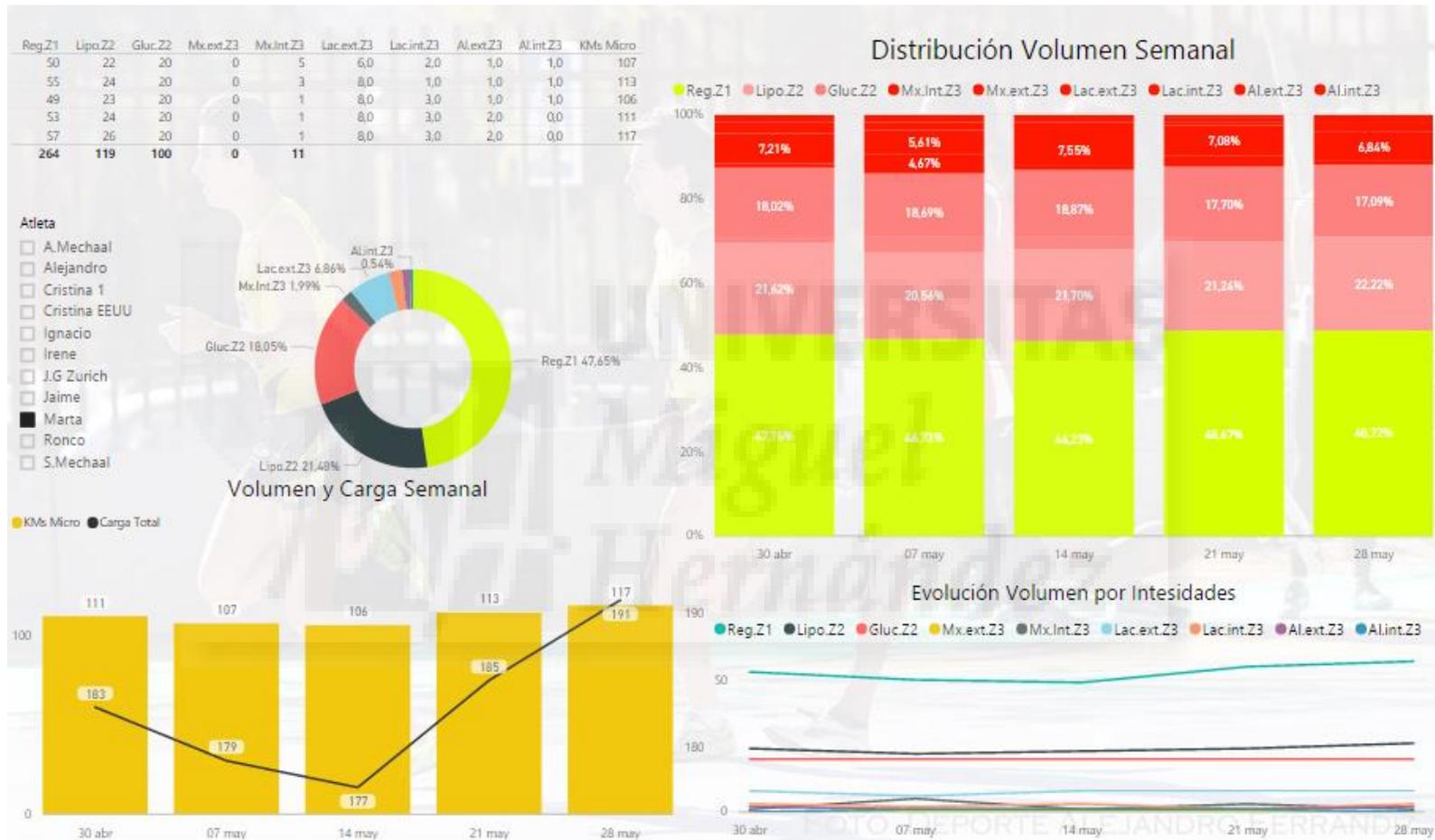


Figura 16. A. R (campeón de España Universitario 10.000m).

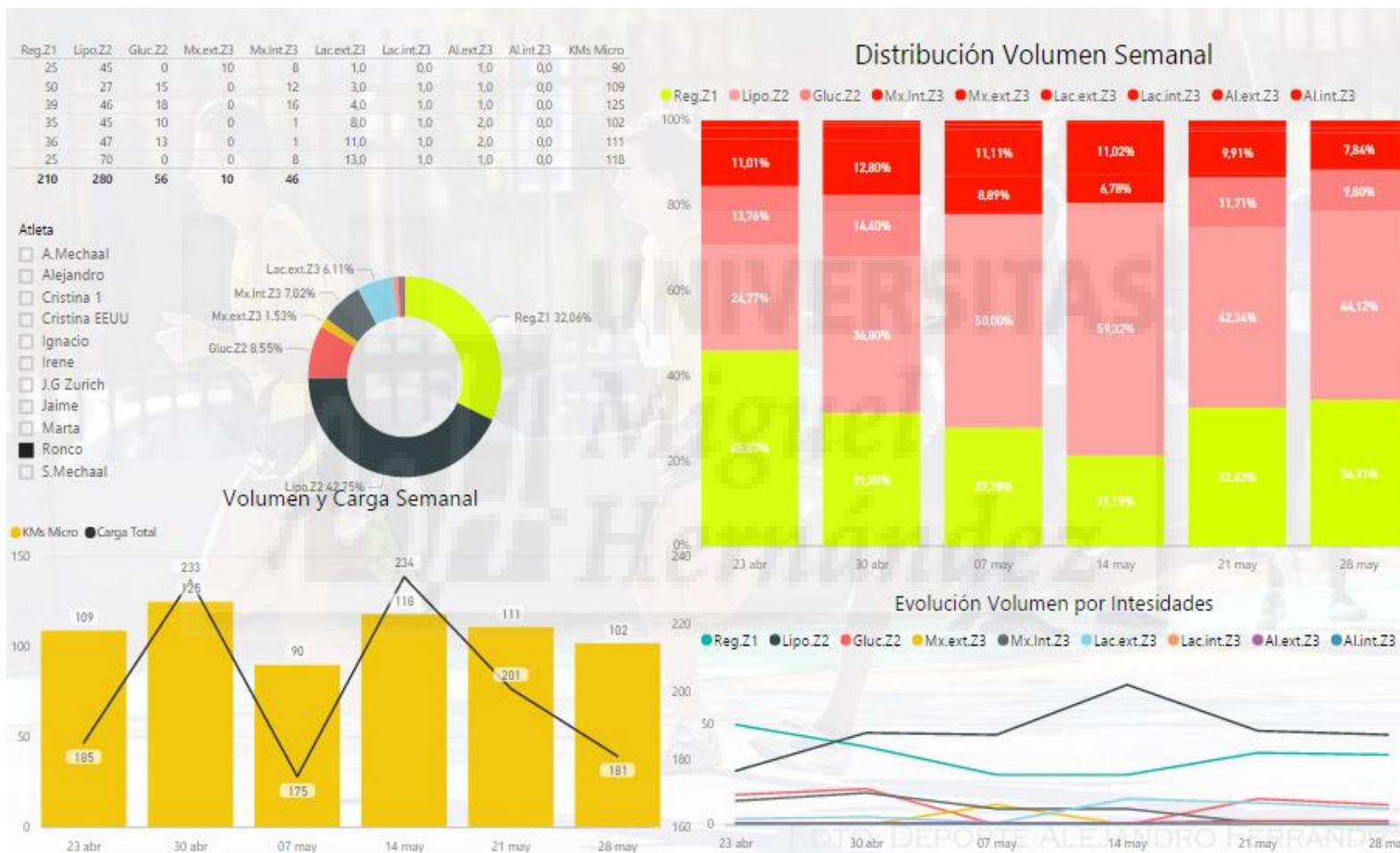
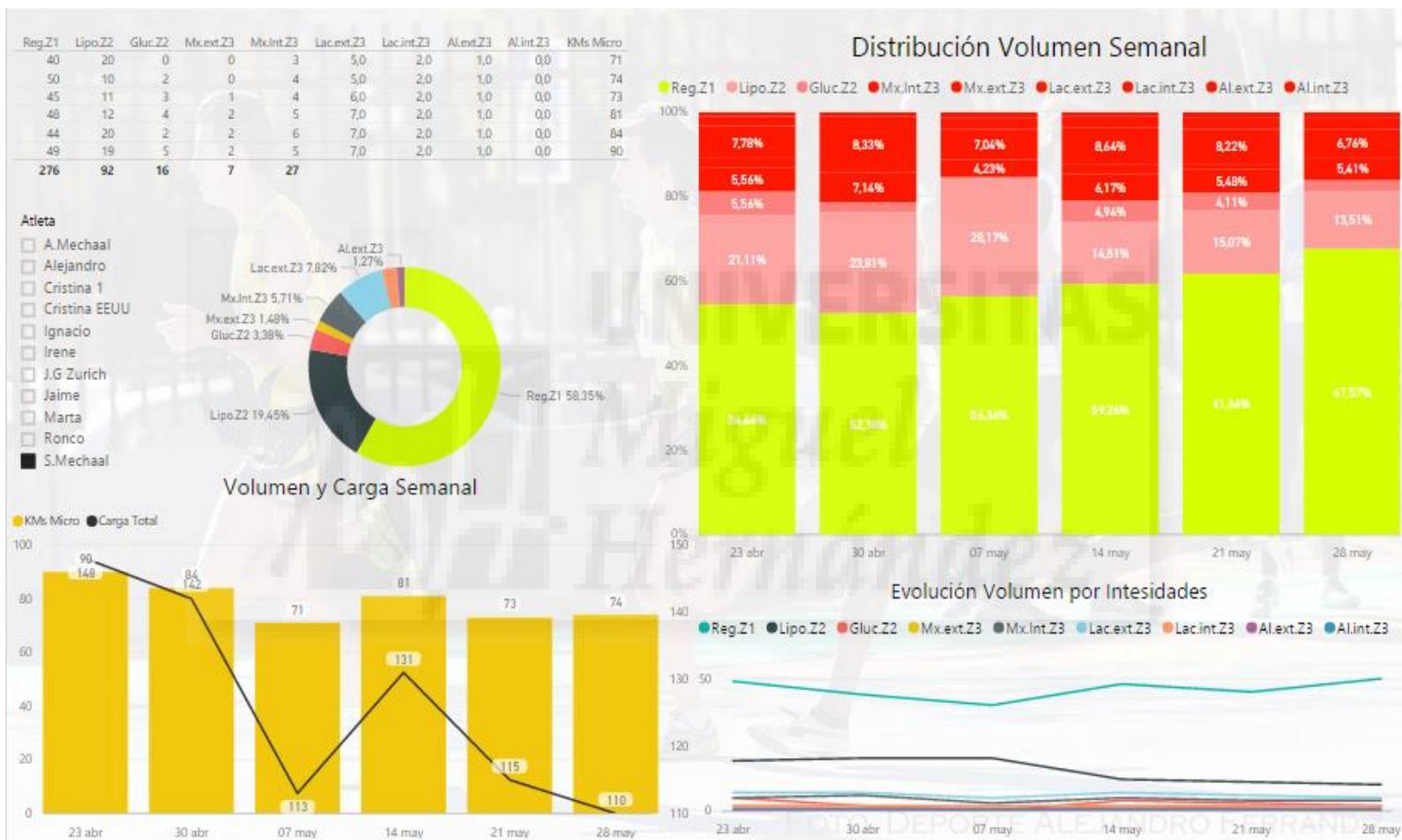


Figura 17. S.M (atleta internacional con España en campo a través, categoría Junior).



Anexo 2. Semana Tipo.

Figura 18. Semana Tipo.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m	Resistencia aeróbica baja intensidad (12km aprox.) + Entrenamiento de Fuerza:*	Sesión de alta intensidad específica.	Resistencia aeróbica baja intensidad (12km aprox.) + Entrenamiento de técnica, CORE, propiocepción o pliometría.	Sesión de alta intensidad específica.	Resistencia aeróbica baja intensidad (8km aprox.)	Sesión de alta intensidad específica.	Resistencia aeróbica de media intensidad (16/20km aprox.)
p.m	-	Sesión de carrera a intensidad regenerativa (7km aprox.)	Sesión de carrera a intensidad regenerativa + Elasticidad y CORE (7km aprox.)	Sesión de carrera a intensidad regenerativa (7km aprox.)	-	-	.

*EF: CORE + Circuito F.resistencia en máquinas guiadas+ F.Hipertrófica con ejercicio de sentadilla libre y ejercicios pliométricos intercalados +5' en máquina intensidad generalmente glucolítica enfatizando en la técnica de carrera+ 6x 100m a intensidad de MMP en 1500m.

Anexo 3. Desglose tablas Power Bi.

Figura 19. Tabla de desglose de entrenamiento semanal Power Bi.

Reg.Z1	Lipo.Z2	Gluc.Z2	Mx.ext.Z3	Mx.Int.Z3	Lac.ext.Z3	Lac.int.Z3	Al.ext.Z3	Al.int.Z3	KMs Micro
107	27	6	3	7	11,0	3,0	3,0	0,0	167
105	28	6	4	7	12,0	2,0	2,0	0,0	160
106	28	4	3	7	12,0	2,0	3,0	0,0	165
100	30	6	4	6	12,0	3,0	3,0	0,0	164
108	12	6	2	6	12,0	3,0	4,0	0,0	153
103	38	8	3	6	12,0	3,0	4,0	0,0	177
629	163	36	19	39					

Figura 20. Tabla de porcentajes totales por zonas de entrenamiento con Power Bi.

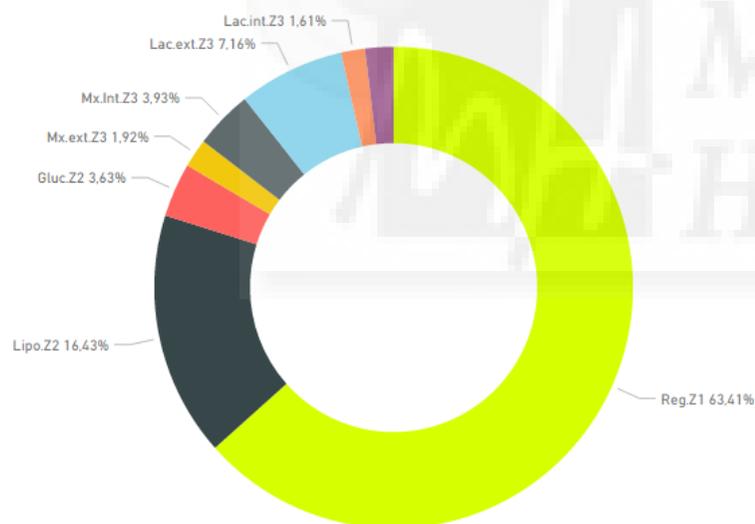


Figura 21. Evolución lineal de volumen en zonas de intensidad Power Bi.



Figura 22. Grafico volumen en kilómetros y carga semanal Power Bi.

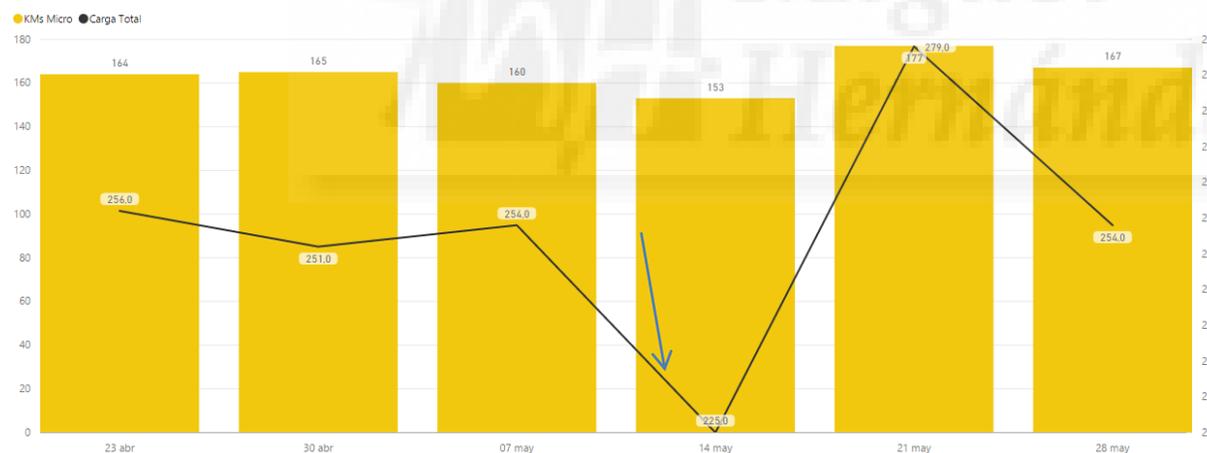


Figura 23. Tabla de distribución de volumen de entrenamiento semanal Power Bi.

