



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO “RAFAEL ALBERTO ESCOBAR LARA”
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE



**MODELO DE ENTRENAMIENTO INTEGRADO PARA EL RENDIMIENTO ÓPTIMO Y
ÉXITO COMPETITIVO DE NADADORES VELOCISTAS DE ÉLITE**

Tesis para optar al Grado de
Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Autor: Orlando Moccagatta
Tutor: Rafael Aguilar

Maracay, julio 2025



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL
LIBERTADOR



Instituto Pedagógico "Rafael Alberto Escobar Lara"
Maracay

Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Línea De Investigación: Ciencias de la Actividad Física,
Salud y Deporte

ACTA VEREDICTO

Nosotros, el Jurado Examinador abajo firmantes, reunidos en modalidad online, hoy 04 de octubre de 2025, siendo las 10:45am debidamente autorizados por la Coordinación General de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Maracay, con el propósito de evaluar la sustentación final de la Tesis Doctoral titulada: "**MODELO DE ENTRENAMIENTO INTEGRADO PARA EL RENDIMIENTO ÓPTIMO Y ÉXITO COMPETITIVO DE NADADORES VELOCISTAS DE ÉLITE**", presentada por el Magister: ORLANDO OSCAR MOCCAGATTA, Pasaporte N° AAH362836, integrante de la cohorte 2021-II del **Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, para optar al título de **Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, emitimos que dicha tesis reúne los requisitos para ser considerada como:

APROBADA

Observaciones: Esta tesis doctoral genera importantes aportes al conocimiento científico, que favorecerán la performance de los atletas de Élite en la Natación.

Miembros del Jurado

Dra. Raiza Caraballo
C.I.V. 10.804.229



Dra. Florelba Rojas S.
C.I.V. 7.2302.81

Dr. Víctor Roso
C.I.V. 20.244.824

Coordinador del Jurado
TUTOR
Dr. Rafael Aguilar
C.I.V. 3.935.682

Dr. José A. Santana.
C.I.V. 18.083.531

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa y a mis hijos por su paciencia, comprensión y compañía en esta y en cada etapa del este camino.

A mi hermano y a la memoria de mis padres quienes, con su ejemplo silencioso, me inspiraron a nunca dejar de aprender.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a la **Universidad Pedagógica Experimental Libertador** por brindarme el espacio académico y formativo que hizo posible el desarrollo de este trabajo.
- A mi tutor, el **doctor Rafael Aguilar**, por su orientación rigurosa, su paciencia y su constante compromiso durante cada etapa del proceso.
- A la **doctora Raiza Caraballo**, por ser una guía permanente y un ejemplo profesional invaluable, así como a su equipo docente, quienes directa o indirectamente enriquecieron mi formación con sus conocimientos y críticas constructivas.
- A los participantes del estudio, por su valiosa disposición y compromiso, fundamentales para llevar a cabo esta investigación.
- A **Ronald García, María Alejandra Henríquez y Facundo Vila**, colaboradores esenciales del estudio, cuyo compromiso y entrega hicieron posible este sueño y transformaron cada instancia del trabajo en una experiencia mucho más enriquecedora.
- A mis compañeros de Instituto de Educación Física, por el recuerdo, por el apoyo, la complicidad académica y las enseñanzas compartidas a lo largo de esta travesía.
- A mi familia, por comprender mis ausencias, por su amor incondicional y por celebrar cada pequeño logro como si fuera propio.
- Y a mis amigos de toda la vida, y a todas las personas que me impulsaron a seguir adelante cuando el cansancio pesaba más que la motivación: esta tesis también es un testimonio de su presencia constante.



TABLA DE CONTENIDO

	pp
PORADA.	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.	iv
TABLA DE CONTENIDO	v
LISTA DE FIGURAS.	ix
LISTA DE GRÁFICOS.	x
LISTA DE TABLAS	xi
RESUMEN	xv
 CAPÍTULO	
I. EL PROBLEMA.	4
Planteamiento del Problema.....	4
Objetivos de la Investigación	6
Hipótesis.....	7
Justificación	7
II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.	11
Investigaciones Previas	11
Teorías de Entrada.....	16
Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo.....	17
Teoría del Macrocielo Integrado de 6 semanas	18
Aspectos Conceptuales.....	29
Modelos de Entrenamiento.....	29
Entrenamiento Combinado en Seco y Agua.....	29
Entrenamiento de la velocidad.....	30
Entrenamiento de Fuerza.....	32
Entrenamiento de la técnica.....	33
Tiempo de Recuperación entre Cargas de diferente Densidad – Jan Olbreth.....	34
Cargas Regulares: Periodización Clásica.	37
Cargas Integradas: Periodización por Macrocielos Integrados.....	40
Cargas Concentradas: Planificación por Bloques.....	42
Comparación con otros Métodos.....	46
Elementos comunes con el MI6 de alguno de los Modelos.....	46
Elementos distintos entre el MI6 y alguno de los Modelos.....	47
III. MARCO METODOLÓGICO.	48
Enfoque Epistemológico de la Investigación.	48
Posición Metodológica Cuantitativa.....	50
Población y Muestra.	51

Sistemas de Variable.....	53
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	53
Pruebas Condicionales.....	54
Validez y Confiabilidad del instrumento.....	58
Procedimientos Metodológicos.....	60
Técnicas de Análisis e Interpretación de los Datos	61
Implementación del Análisis Estadístico para la Validación del Modelo M16.....	63
IV. VALIDACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO M16	65
Diseño de validación Empírica	65
Diseño General y Relevamiento Estadístico	65
Estrategia de Análisis Estadístico.	66
Características de la Muestra.....	66
Macro ciclo Integrado de 6 semanas (M16)	67
Bloque 1: Evaluación inicial, fase técnica y estimulación Oxidativa	68
Bloque 2: Máximo Estrés no oxidativo y Competencia intermedia.....	69
Bloque 3: Tapering especializado y cierre competitivo.....	70
Evaluación de bloques dentro del Modelo.....	71
Inicio-condicional y sensibilización oxidativa.....	71
Pico de carga específica y competencia intermedia	71
Taper funcional y cierre competitivo	72
Conclusiones.....	73
Variable e Instrumento de Validación	74
Resultados Generales	75
Rendimiento Competitivo Global.....	75
Eficiencia Técnica	76
Eficiencia en Salidas	76
Eficiencia en Virajes.....	76
Eficiencia en acercamiento (5m post impre-pared).....	78
Eficiencia en Desplazamiento (15m post-impulso)	79
Fuerza Máxima.....	80
Estadística Descriptiva y Normalidad.....	80
Análisis de Diferencias Pre-Post Entrenamiento	81
Mejoras en Rendimiento Competitivo.	82
Correlación entre Fuerza Máxima y Rendimiento Competitivo	83
Análisis de Regresión.	84
Análisis por Género.....	85
Análisis de Frecuencia.	87
Fuerza de Velocidad.....	88
Estadística Descriptiva y Normalidad.....	88
Análisis de Diferencias Pre y Post Entrenamiento	89
Correlación entre Fuerza Velocidad y Rendimiento Competitivo en 50m Libres.	90

Correlación con Rendimiento en 100m Libres	90
Análisis de Regresión	91
Análisis de Género.....	92
Análisis de la Relación con Velocidad Umbral.	94
Análisis de Frecuencia.....	95
Pliometría	95
Estadística Descriptiva y Normalidad.....	95
Análisis de Diferencia Pre-Post Entrenamiento.	96
Correlación con Rendimiento en 50m Libres	97
Correlación con Rendimiento en 100m Libres	97
Análisis de Regresión	98
Análisis de Género.....	99
Comparación entre 50m y 100m Libres.	101
Análisis de la Utilización de Brazos.	101
Velocidad Progresiva.....	102
Análisis General de Velocidad Progresiva.....	102
Correlaciones con Rendimiento en 50m Libres	103
Correlaciones con Rendimiento en 100m Libres	103
Análisis de Regresión	104
Análisis de Género.....	105
Índices derivados y su relación con el Rendimiento.	107
Variabilidad Individual en la Repuesta al Entrenamiento.....	107
Capacidad Anaeróbica	108
Análisis General de Capacidad Anaeróbica.....	108
Correlación entre Capacidad Anaeróbica y Rendimiento en 50m Libres	109
Correlación entre Capacidad Anaeróbica y Rendimiento en 100m Libres	109
Análisis de Regresión	110
Análisis de Género.....	111
Perfiles Individuales de Respuesta.	112
Correlaciones entre Mejoras de capacidad Anaeróbica.	113
Eficiencia Técnica y Metabólica.....	114
Correlación entre Test Benchmark y Rendimiento en 50m Libres	115
Correlación entre Test Benchmark y Rendimiento en 100m Libres	115
Análisis de Regresión	116
Análisis de Género.....	117
Correlaciones entre Mejoras en diferentes Parámetros.....	118
Componentes predictivos combinados	119
Ritmos Competitivo	120
Análisis General del Test de Race Pace.	
Correlación entre Test de Race y Rendimiento Competitivo en 50m Libres	121
Correlación entre Test de Race y Rendimiento Competitivo en	

100m Libres	122
Análisis de Regresión	122
Análisis de Género.....	123
Índice de Mantenimiento del Ritmo	124
Correlaciones entre Variables del Test de Race Pace.	125
Resistencia a la Velocidad.....	126
Análisis General del Broken Test.	126
Correlaciones con Rendimiento en 100m Libre	127
Análisis de Regresión	128
Análisis por Género	129
Coeficiente de Eficiencia.....	130
Correlaciones entre Variables del Broken Test	131
Análisis Diferencial	134
Diferencias por Género.....	134
Diferencias por Distancia Competitiva	134
Variabilidad Individual en la Respuesta	135
Discusión General	136
Validación de Objetivos e Hipótesis	139
Validación de Objetivos Específicos	139
Comprobación de Hipótesis	140
Conclusiones.....	140
V. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA.....	142
Introducción.....	142
Contexto	142
Objetivos	143
El MI6 como Modelo Consolidado	144
Justificación Científica del Modelo MI6.....	145
Justificación Metodológica del Modelo	149
Factibilidad del Modelo MI6.....	150
El Modelo	151
Descripción.....	153
Volumen Total	154
Volumen por Zonas de Intensidad.....	154
Porcentaje de Intensidad.....	155
Microciclos de Test.....	157
Aporte al Conocimiento	158
Palabras Finales.....	160
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	pp
1. Diferentes componentes del entrenamiento.	15
2. Sesiones de Fuerza.	157

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO	pp
1. Representación de Volumen	154
2. Distribución porcentual de potencia.....	155
3. Eficiencia del MI6 en la Mejora del Rendimiento de Velocidad en Pruebas de 50 y 100 Metros.....	159

LISTA DE TABLAS

TABLA	pp
1. Fundamentación Teórica del Programa MI6.	29
2. Macro ciclo de 6 semanas.	35
3. Tiempo de Recuperación entre Estímulos Olbrecht (2000).	36
4. Composición Corporal.	67
5. Evaluación inicial, base técnica y estimulación oxidativa.	68
6. Máximo estrés competitivo y metabólico no oxidativo.	69
7. Táper altamente funcional.	70
8. Comparación de tiempos pre y post intervención en 50 metros.	75
9. Comparación con mejores marcas personales históricas en 100 metros	75
10. Tiempo de Salida (desde señal de partida hasta 15m).	77
11. Tiempo Parcial a los 8m post-salida	77
12. Tiempo de Viraje (5m pre-pared hasta 15m post-viraje).	77
13. Tiempo Parcial a los 8m post-viraje.	78
14. Primer tramo (5m pre-viraje).	78
15. Primer tramo (15m post-salida).	79
16. Segundo tramo (15m post-viraje).	79
17. Resumen de la eficiencia técnica en natación.	80
18. Estadística descriptiva de las variables analizadas.	81
19. Resultados de la Prueba t Pareada para Fuerza Máxima por Ejercicio.	81
20. Comparación de tiempos pre y post intervención en 50m libre.	82
21. Comparación de tiempos pre y post intervención en 100m libre.	82
22. Comparación con mejores marcas personales históricas en 50m libre.	82
23. Comparación con mejores marcas personales históricas en 100m libre.	82
24. Matriz de correlaciones entre variables de fuerza y rendimiento en 50m Libre.	83
25. Matriz de correlaciones entre variables de fuerza y rendimiento en 100m Libre.	83
26. Análisis de regresión lineal - Cambio en fuerza promedio como predictor del rendimiento en 50m Libre.	84
27. Análisis de regresión lineal - Cambio en fuerza promedio como predictor del rendimiento en 100m Libre.	84
28. Correlaciones entre fuerza y rendimiento en 50m Libre por género.	85
29. Correlaciones entre fuerza y rendimiento en 100m Libre por género.	85
30. Comparación de la fuerza predictiva del modelo para 50m vs 100m Libre. 86.	86
31. Tasa de superación de marcas previas.	87
32. Variabilidad Individual en la Relación entre Mejoras en Fuerza y Rendimiento.	87
33. Estadística Descriptiva de las Variables de Fuerza-Velocidad.	88
34. Estadística Descriptiva de las Variables de Rendimiento Competitivo.	89
35. Resultados de la Prueba t Pareada para Fuerza-Velocidad por Ejercicio e Intensidad.	89

36. Matriz de correlaciones entre variables de fuerza-velocidad y rendimiento en 50m libre.	90
37. Matriz de correlaciones entre variables de fuerza-velocidad y rendimiento en 100m libre.	90
38. Análisis de regresión lineal - Cambio en fuerza-velocidad promedio como predictor del rendimiento en 50m libre.	91
39. Análisis de regresión lineal-Cambio en fuerza-velocidad promedio como predictor del rendimiento en 100m libre.	91
40. Análisis de regresión lineal - Press Plano 85% como predictor del rendimiento.	92
41. Correlaciones entre fuerza-velocidad y rendimiento en 50m libre por género.	92
42. Correlaciones entre fuerza-velocidad y rendimiento en 100m libre por género.	93
43. Comparación de la fuerza predictiva de la fuerza-velocidad para 50m vs 100m libre.	93
44. Velocidades umbral y su correlación con mejoras en rendimiento.	94
45. Tasa de superación de marcas previas.	95
46. Estadística descriptiva de las variables de capacidad pliométrica.	96
47. Estadística descriptiva de las variables de rendimiento competitivo.	96
48. Matriz de correlaciones entre variables de potencia y rendimiento en 50m libre.....	97
49. Matriz de correlaciones entre variables de potencia y rendimiento en 100m libre.	97
50. Análisis de regresión lineal - Cambio en potencia promedio como predictor del rendimiento en 50m libre.	98
51. Análisis de regresión lineal - Cambio en potencia promedio como predictor del rendimiento en 100m libre.	98
52. Análisis de regresión lineal - Push Ups como predictor del rendimiento.	99
53. Comparación por género de los porcentajes de mejora en potencia.....	99
54. Correlaciones entre potencia y rendimiento en 50m libre por género	100
55. Correlaciones entre potencia y rendimiento en 100m libre por género	100
56. Comparación de la fuerza predictiva de la potencia para 50m vs 100m Libre.	101
57. Cambios en los tiempos por distancia en el Test de Velocidad Progresiva (n=12).....	102
58. Matriz de correlaciones entre variables de velocidad y rendimiento en 50m libre.....	103
59. Matriz de correlaciones entre variables de velocidad y rendimiento en 100m libre.	103
60. Análisis de regresión lineal - Cambio en velocidad promedio como predictor del rendimiento en 50m libre.	104
61. Análisis de regresión lineal - Cambio en velocidad promedio como predictor del rendimiento en 100m libre.	104
62. Análisis de regresión lineal - Predictores específicos para cada Distancia.	105

63. Porcentajes de mejora por género en el Test de Velocidad Progresiva	105
64. Índices de mantenimiento y resistencia a la velocidad por género.	106
65. Correlaciones entre velocidad y rendimiento por género.	106
66. Resultados del Test de Queensland pre y post intervención (n=12).....	108
67. Matriz de correlaciones entre variables anaeróbicas y rendimiento en 50m libre.	109
68. Matriz de correlaciones entre variables anaeróbicas y rendimiento en 100m libre.	109
69. Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre.	110
70. Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre.	110
71. Comparación de cambios en capacidad anaeróbica por género.....	111
72. Correlaciones entre capacidad anaeróbica y rendimiento por género.....	112
73. Perfiles de respuesta individual al entrenamiento MI6.	113
74. Matriz de correlaciones entre mejoras en parámetros anaeróbicos.	113
75. Resultados generales del Test de Benchmark pre y post intervención (n=12).....	115
76. Matriz de correlaciones entre variables del Test de Benchmark y Rendimiento en 50m libre.....	115
77. Matriz de correlaciones entre variables del Test de Benchmark y rendimiento en 100m libre.	116
78. Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre.....	116
79. Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre.....	117
80. Resultados generales del test Race Pace pre y post intervención (n=11).	121
81. Comparación de cambios en el Test de Benchmark por género.	118
82. Correlaciones entre Test de Benchmark y rendimiento por género.	118
83. Matriz de correlaciones entre variables del Test de Benchmark.	119
84. Correlación entre Índice Compuesto de Eficiencia y rendimiento competitivo.....	120
85. Resultados generales del test Race Pace pre y post intervención (n=11).	121
86. Matriz de correlaciones entre variables del Test de Race Pace y rendimiento en 50m libre.	121
87. Matriz de correlaciones entre variables del Test de Race Pace y rendimiento en 100m libre.	122
de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre.....	122
88. Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre.....	122
89. ANOVA de medidas repetidas - Tiempos en Race Pace por genero.	123
90. Porcentajes de cambio <i>por</i> género en el test Race Pace.....	124
91. Evolución del Índice de Mantenimiento del Ritmo por género.	125
92. Matriz de correlaciones entre variables del test Race Pace.	125

93. Resultados generales del Broken Test pre y post intervención (n=12).	126
94. Matriz de correlaciones entre variables del Broken Test y rendimiento en 50m libre.	127
95. Matriz de correlaciones entre variables del Broken Test y rendimiento en 100m libre.	127
96. Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre.	128
97. Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre.	129
98. ANOVA de medidas repetidas - Tiempo Final del Broken Test.	129
99. Porcentajes de cambio por género en el Broken Test.	130
100. Evolución del Coeficiente de Eficiencia por género.	131
101. Matriz de correlaciones entre variables del Broken Test.	131
102. Resumen de Mejoras.	133
103. Planificación de entrenamiento integrada ultracorta.	152

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO "RAFAEL ALBERTO ESCOBAR LARA"
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA
Y EL DEPORTE**

Línea de Investigación: Ciencias de la Actividad Física, Salud y el Deporte

**MODELO DE ENTRENAMIENTO INTEGRADO PARA EL RENDIMIENTO DE
NADADORES VELOCISTAS DE ÉLITE**

Autor: Orlando Moccagatta
Tutor: Dr. Rafael Aguilar
Fecha: julio 2025

RESUMEN

La investigación doctoral se enfocó en generar un modelo ultracorto de entrenamiento de natación integrado para atletas de élite. El proceso de indagación comprendió una revisión teórica y práctica sobre la preparación de velocistas, particularmente en la integración de modelos de entrenamiento para fuerza, velocidad y técnica. Se adoptó una postura paradigmática positivista, con un enfoque cuantitativo y un método hipotético-deductivo. El estudio fue descriptivo, de tipo de campo y con un diseño cuasiexperimental pre-post con 12 nadadores (6 hombres, 6 mujeres, 15-23 años) con experiencia competitiva internacional. El escenario de investigación se ubicó en las instalaciones del Club Regatas Lima en Chorrillo, Perú. Para la recolección de datos, se aplicaron técnicas objetivas y se utilizaron dispositivos de precisión como GPS, cronómetros y Encoder. El análisis de la información se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial. Este estudio diseñó y evaluó un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas (MI6) en el rendimiento de nadadores velocistas de élite. El MI6 se estructuró en tres bloques priorizando velocidad, resistencia no oxidativa y tapering, combinando entrenamiento en agua y preparación física. Se evaluaron variables con protocolos estandarizados. Los resultados mostraron mejoras significativas en 50m (+4.01%, p<0.001) y 100m (+2.79%, p<0.001), con el 83.3% de atletas superando sus mejores marcas. Las correlaciones validaron la eficacia del MI6 para generar adaptaciones en períodos ultracortos.

Descriptores: Modelo de entrenamiento, Macrocielo integrado, Nadadores velocistas,

INTRODUCCIÓN

La natación competitiva representa uno de los deportes más exigentes del panorama atlético contemporáneo, donde la precisión técnica, la condición física específica y la planificación metodológica constituyen pilares fundamentales para el rendimiento. En este contexto, la preparación de nadadores velocistas de élite enfrenta desafíos singulares debido a la complejidad de los calendarios competitivos actuales, caracterizados por múltiples eventos en períodos concentrados y una creciente necesidad de alcanzar picos de rendimiento en momentos estratégicos a lo largo de la temporada.

La presente tesis doctoral, titulada "Modelo de Entrenamiento Integrado para el Rendimiento Óptimo y Éxito Competitivo de Nadadores Velocistas de Élite", surge como respuesta a una problemática identificada tanto en la literatura científica como en la práctica profesional: la escasez de modelos metodológicos estructurados que permitan optimizar el rendimiento de nadadores velocistas en períodos ultracortos de seis semanas. Esta necesidad se torna particularmente relevante en contextos como las fases de preparación entre competencias internacionales consecutivas, períodos de retorno post-lesión, o instancias de ajuste ante modificaciones imprevistas en el calendario competitivo.

El propósito central de esta investigación ha sido desarrollar, implementar y validar científicamente el Modelo de Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6), una propuesta metodológica innovadora que integra de manera sinérgica los componentes fundamentales de fuerza, velocidad y técnica, organizados en una estructura de bloques progresivos. Este modelo responde a la necesidad de maximizar adaptaciones significativas en períodos breves, sin comprometer la especificidad del estímulo ni la calidad técnica del rendimiento.

La relevancia de este estudio se sustenta en múltiples dimensiones. Desde una perspectiva científica, aborda un vacío en la literatura especializada sobre la integración eficiente de componentes condicionales y técnicos en ciclos ultracortos. Desde un enfoque práctico, ofrece a entrenadores y equipos técnicos una herramienta

metodológica válida, replicable y adaptable a diferentes realidades del alto rendimiento. Socialmente, contribuye a la evolución de las ciencias del deporte, promoviendo la transferencia de conocimiento entre el ámbito académico y el entorno competitivo.

Investigaciones previas en este campo, como los trabajos de Aspenes y Karlsen (2012), Issurin (2016) y González-Badillo et al. (2022), han evidenciado la importancia de la periodización específica y la integración de componentes de entrenamiento, pero sin ofrecer modelos concretos para períodos tan reducidos como seis semanas. Diversos estudios han abordado aspectos parciales relacionados con el entrenamiento de fuerza en nadadores (Karpiński et al., 2020), la integración de estímulos en agua y tierra (Fone y van den Tillaar, 2022), y las estrategias de tapering (Mujika y Padilla, 2003), pero ninguno ha propuesto un modelo integral que combine estos elementos en un ciclo autónomo de seis semanas, validado tanto conceptual como empíricamente.

El aporte principal de esta investigación radica en la propuesta del MI6 como un modelo completo, fundamentado científicamente y validado mediante una metodología cuantitativa rigurosa. Los resultados demuestran mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento competitivo, con un alto porcentaje de atletas superando sus marcas históricas tras solo seis semanas de implementación. Estas evidencias validan la eficacia del modelo para generar adaptaciones relevantes en períodos reducidos, revolucionando así los paradigmas tradicionales sobre los tiempos mínimos necesarios para inducir cambios significativos en el rendimiento de atletas de élite.

La tesis se estructura en cinco capítulos que desarrollan sistemáticamente el proceso de investigación. El Capítulo I aborda el planteamiento del problema, los objetivos, las hipótesis y la justificación, contextualizando la necesidad y relevancia del estudio. El Capítulo II presenta el marco teórico referencial, incluyendo investigaciones previas, teorías de entrada y aspectos conceptuales que fundamentan el modelo propuesto. El Capítulo III detalla el marco metodológico, exponiendo el enfoque epistemológico, la posición metodológica, la población y muestra, el sistema de variables, y los procedimientos de recolección y análisis de datos. El Capítulo IV expone la validación empírica del modelo MI6, presentando resultados detallados sobre su impacto en diversos componentes del rendimiento y analizando patrones específicos de adaptación. Finalmente, el Capítulo V ofrece la fundamentación teórica y metodológica

consolidada del modelo, destacando su coherencia interna, aplicabilidad práctica y aportación al conocimiento científico en el campo del entrenamiento deportivo.

Esta investigación representa una contribución significativa tanto para la comunidad científica como para el ámbito aplicado del alto rendimiento deportivo, estableciendo un nuevo paradigma en la comprensión y abordaje de la preparación de nadadores velocistas en contextos temporales limitados. El modelo MI6 emerge no solo como una propuesta teórica, sino como una herramienta práctica, replicable y efectiva para entrenadores y equipos técnicos que enfrentan el desafío de optimizar el rendimiento en ciclos ultracortos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

En el ámbito del entrenamiento deportivo, especialmente en la natación de velocidad, se ha logrado abordar una problemática fundamental: la escasez de modelos que integren eficazmente los componentes de fuerza, velocidad y técnica en períodos cortos. La investigación realizada ha permitido desarrollar y validar un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas, satisfaciendo una necesidad identificada previamente en la literatura científica (Aspnes & Karlsen, 2012; Issurin, 2016), donde se destacaba la falta de integración práctica de estos componentes en programas diseñados para ciclos ultracortos.

El rendimiento óptimo en la natación de velocidad exige una preparación rigurosa que combine, de forma sinérgica, fuerza, velocidad y técnica, tres elementos clave de la condición física. Antes de esta investigación, los modelos tradicionales de periodización, estructurados en ciclos anuales o cuatrimestrales (Platonov, 2019; Matveev, 2001), eran inadecuados para responder a las demandas específicas de períodos cortos. Estos enfoques no consideraban las particularidades de la optimización rápida del rendimiento en plazos reducidos, limitando significativamente el potencial de los nadadores velocistas de élite.

La investigación realizada confirmó que los modelos tradicionales y los bloques cortos, cuando no se integran en un plan específico, son insuficientes para maximizar el rendimiento en períodos breves (Mujika et al., 2000; Maglischo, 2003). Navarro et al. (2010) señalaron que, aunque los mesociclos de 4 a 6 semanas son comunes en la preparación de un macrociclo convencional, esta rara vez superan las cuatro semanas en ciclos cortos debido al uso de cargas concentradas que requieren reducciones anticipadas del entrenamiento. Sin embargo, esta investigación demostró que, mediante un diseño adecuado y una integración sinérgica de los componentes clave, es posible

optimizar el rendimiento en este tipo de ciclos.

Previo a este trabajo, la tendencia de los programas de entrenamiento a abordar la fuerza, velocidad y técnica de manera aislada había resultado en una preparación subóptima para los nadadores velocistas de élite. Reilly & Williams (2003) destacaron que esta falta de integración obstaculizaba la optimización sinérgica de estos elementos. Autores como Seiler (2010) y Maglischo (2003) coincidieron en que los macrociclos de seis semanas, aunque existentes, no habían sido validados como autosuficientes precisamente por esta carencia de integración. Haff & Triplett (2016) y Zatsiorsky & Kraemer (2006) también enfatizaron la ausencia de modelos específicos y autónomos que combinaran estos componentes para ciclos de seis semanas, limitando así las opciones disponibles para entrenadores y atletas que buscaban maximizar su rendimiento en períodos cortos.

La investigación desarrollada abordó esta brecha mediante el diseño e implementación de un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas, validado científicamente. Este modelo integró eficazmente los componentes de fuerza, velocidad y técnica de manera sinérgica, generando mejoras significativas en el rendimiento de los nadadores velocistas. A través de un diseño cuasiexperimental y el uso de instrumentos avanzados como GPS, cronómetros y encoders, se evaluaron y cuantificaron los avances logrados durante las seis semanas de intervención.

En tal sentido, Navarro, et al. (2010) definen:

Los mesociclos constituyen la estructura media del proceso de entrenamiento y su duración varía de 3 a 6 semanas¹³. La duración depende fundamentalmente de los objetivos que se pretendan y del momento en que se aplique dentro del ciclo de preparación. Un mesociclo de 4 a 6 semanas es habitual en el periodo preparatorio de un macrociclo convencional¹⁴ mientras que en un macrociclo raramente superan las cuatro semanas debido al uso de cargas concentradas de entrenamiento que obligan de iniciar la descarga o reducción del entrenamiento más pronto. (p. 150)

En línea con lo señalado por Navarro destacó la importancia de estructurar cuidadosamente las cargas de entrenamiento en función de objetivos específicos, el modelo desarrollado incorporó un enfoque de bloques y zonas de intensidad. Este diseño permitió optimizar las adaptaciones fisiológicas y técnicas en un marco de preparación ultracorta, garantizando que cada componente del rendimiento fuera trabajado de

manera coordinada y eficiente.

En conclusión, la investigación realizada no solo cerró una brecha de conocimiento existente, sino que también proporcionó una herramienta práctica y efectiva para entrenadores y atletas. Este modelo representa una solución validada para alcanzar el máximo potencial en competencias de alto nivel, garantizando un rendimiento óptimo en contextos de preparación con plazos reducidos y aportando un avance significativo en la preparación de nadadores velocistas de élite.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Generar un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas que combine ejercicios de fuerza, técnica y velocidad para mejorar el rendimiento de nadadores velocistas de élite del Club Regatas Lima, Perú, en la competición inmediata posterior a la intervención.

Objetivos Específicos

Desarrollar un programa de entrenamiento integrado de seis semanas que combine sesiones específicas de fuerza, técnica y velocidad, ajustadas al nivel y necesidades de los nadadores velocistas de élite del Club Regatas Lima.

Aplicar el programa de entrenamiento integrado de seis semanas en un grupo de nadadores velocistas de élite del Club Regatas Lima, quienes actuarán como su propio control al comparar su rendimiento pre y post intervención.

Monitorizar la progresión de la fuerza muscular, técnica y velocidad de desplazamiento en los nadadores durante el período de entrenamiento mediante el uso de técnicas modernas y equipos de alta precisión.

Evaluar la efectividad del programa de entrenamiento en los tiempos de competencia respecto al rendimiento general de los nadadores.

Validar la efectividad del modelo de entrenamiento integrado de seis semanas

mediante pruebas de rendimiento y evaluaciones comparativas, garantizando su capacidad para preparar de manera óptima a los nadadores velocistas del Club Regatas Lima, asegurando su rendimiento óptimo y éxito en competiciones sucesivas en períodos cortos.

Hipótesis

Hipótesis Principal

¿La implementación de un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas mejorará el rendimiento de los nadadores velocistas en la competición inmediata posterior a la intervención, en comparación con su rendimiento previo a la aplicación del modelo?

Hipótesis Secundaria

¿Los nadadores que siguen un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas mostrarán una mejora significativa en su tiempo en pruebas de velocidad, en comparación con su tiempo en la misma prueba previa a la aplicación del modelo?

Justificación

La investigación realizada abordó, desde diversas perspectivas filosóficas, la necesidad y relevancia de estudiar y validar la integración de modelos de entrenamiento para velocistas en períodos cortos de seis semanas. Este enfoque multidimensional permitió comprender y sustentar la importancia de la investigación en el contexto del alto rendimiento deportivo, evidenciando su impacto en la optimización del rendimiento de los atletas.

Desde una *perspectiva ontológica*, el alto rendimiento deportivo se entiende como un fenómeno complejo y multifacético, caracterizado por la interacción de variables físicas, técnicas y psicológicas que influyen directamente en el éxito competitivo. La

competencia en deportes de velocidad, como la natación, requiere el desarrollo simultáneo de fuerza, velocidad y técnica, elementos que deben integrarse de manera coherente y eficiente en programas de entrenamiento, particularmente en períodos ultracortos.

La investigación confirmó lo señalado por Aspenes y Karlsen (2012), quienes identificaron que la falta de modelos integrados que aborden estos tres componentes constituye una limitación significativa para los atletas que necesitan maximizar su rendimiento en ciclos cortos. Asimismo, los hallazgos respaldaron las afirmaciones de Issurin (2016), quien destacó la efectividad de la periodización en bloques como respuesta a la naturaleza cambiante y dinámica del rendimiento deportivo. El modelo desarrollado responde a esta realidad ontológica al integrar los componentes clave del rendimiento en un marco de seis semanas, adaptándose a las complejidades del deporte de alto rendimiento.

En cuanto a la *axiología*, que estudia los valores, esta investigación reafirma que el alto rendimiento está intrínsecamente ligado al valor de la excelencia deportiva. En el contexto del deporte competitivo, la búsqueda de la excelencia no solo es un objetivo ético y moral, sino también una necesidad práctica para los atletas y entrenadores. La capacidad de maximizar el rendimiento en un corto período de tiempo es crucial para los velocistas, especialmente en torneos o campeonatos que exigen una preparación rápida y eficiente.

Como lo señalaron Hernández, Sampieri et al. (2014), la investigación debe estar orientada a resolver problemas prácticos y reales. En este caso, el desarrollo y validación de un modelo de entrenamiento que optimice el rendimiento en seis semanas tiene un valor intrínseco en el ámbito deportivo. Además, Sabino (2002) subrayó que un análisis riguroso y organizado contribuye al desarrollo de conocimiento científico válido, lo que, en este caso, se tradujo en la creación de un modelo que responde éticamente a las necesidades del alto rendimiento, ofreciendo soluciones efectivas y basadas en evidencia que permiten a los atletas alcanzar su máximo potencial en plazos reducidos.

Desde una *perspectiva epistemológica*, esta investigación abordó y resolvió una brecha de conocimiento previamente identificada en la literatura, relacionada con la preparación de velocistas en ciclos cortos. Si bien existían estudios previos sobre la

integración de fuerza, velocidad y técnica en programas de entrenamiento, estos se centraban principalmente en ciclos largos, como los macrociclos anuales o cuatrimestrales (Olbrecht, 2011; Mujika et al., 1996). La falta de modelos validados para ciclos de seis semanas representaba un vacío significativo en la literatura científica. Este trabajo no solo llenó dicha brecha, sino que también validó científicamente la efectividad de un modelo autónomo, como lo había sugerido Issurin (2010), quien destacaba la importancia de validar programas de corta duración.

Además, los resultados están alineados con las recomendaciones de Haff y Triplett (2016) y Zatsiorsky & Kraemer (2006), quienes enfatizaron la necesidad de integrar fuerza, velocidad y técnica en ciclos cortos de entrenamiento. Esta investigación no solo cumplió con esta recomendación, sino que también ofreció un modelo práctico, aplicable y basado en evidencia, que proporciona a entrenadores y atletas una herramienta eficaz para optimizar el rendimiento en contextos de preparación ultracorta.

Finalmente, desde una *perspectiva teleológica*, que se enfoca en los fines últimos de la investigación, este trabajo se justifica por su contribución directa al desarrollo de la excelencia deportiva. Su objetivo no fue únicamente llenar una brecha teórica, sino también proporcionar un modelo práctico que permitiera a los velocistas mejorar su rendimiento en un corto período de tiempo, garantizando su éxito en competiciones de alto nivel. Touretski et al. (1999) destacaron que la falta de integración adecuada de los componentes del rendimiento en programas de corta duración puede limitar significativamente las capacidades de los atletas. Este trabajo respondió a esa necesidad al ofrecer un modelo integrado que aborda eficazmente los desafíos de la preparación en ciclos cortos.

Además, Yáñez-García et al. (2020) subrayaron la importancia de adaptar los programas de entrenamiento a las demandas específicas de los atletas de élite. Este modelo logró dicha adaptación, proporcionando herramientas prácticas que optimizan la preparación en períodos reducidos sin comprometer la calidad del entrenamiento ni el rendimiento final.

En síntesis, esta investigación se justifica desde múltiples perspectivas filosóficas. *Desde la ontología*, se abordó la complejidad del alto rendimiento; *desde la axiología*, se destacó el valor de la excelencia deportiva; *desde la epistemología*, se llenó una brecha

clave en el conocimiento científico; y *desde la teleología*, se logró el objetivo de mejorar el rendimiento deportivo en competencia. Este trabajo no solo representa un avance teórico, sino también una contribución práctica significativa, ofreciendo una herramienta eficaz para entrenadores y atletas que buscan optimizar su rendimiento en ciclos ultracortos de seis semanas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En este apartado se desarrollaron el conjunto de sustentos teóricos referidos al problema de estudio que se encuentran contenidos en fuentes documentales bibliográficas y electrónicas. A este respecto, Tamayo y Tamayo (2006), plantea que el marco teórico ayuda a precisar y a organizar a los elementos contenidos en la descripción del problema de tal manera que puedan ser manejados y convertidos en acciones concretas.

Investigaciones Previas

La literatura científica respalda la idea de que la combinación del entrenamiento de fuerza con el entrenamiento en el agua mejora significativamente el rendimiento en natación. Sin embargo, aún existen interrogantes sobre la integración óptima de estos componentes para maximizar los resultados en velocistas. El Macrocycle propuesto como MI6 abordó esta brecha, implementando un programa breve e integrado para mejorar el rendimiento en 50 metros libres en nadadores velocistas. Diversos estudios previos sirvieron como base para el diseño e implementación del MI6. Evies (2022), desarrolló una investigación titulada Indicadores de rendimiento competitivo aplicados en nadadores de la especialidad de 50 metros estilo libre. Artículo publicado en la Revista Electrónica Actividad Física y Ciencias de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador Venezuela.

Dicha investigación tuvo por objetivo determinar los indicadores ideales que se relacionan directamente con el rendimiento competitivo de los nadadores juveniles masculinos que compiten en la prueba de cincuenta metros estilo libre; en ese sentido, se efectuó una revisión teórica en diferentes contextos nacionales e internacionales; así como también, el estudio se apoyó en el paradigma positivista, también llamado empírista-inductivo, se utilizaron los siguientes métodos: la observación directa, medición

y experimentación para este investigador, los sentidos y sus prolongaciones, los instrumentos de observación y medición, representan los mecanismos para la producción y validación del conocimiento. Además, se aplicaron métodos estadísticos-matemáticos para probar las hipótesis del mismo.

Los resultados del estudio, permitieron establecer los indicadores físicos-motrices y antropométricos de la natación juvenil masculina para la categoría juvenil para ser utilizado por los entrenadores venezolanos en la especialidad de 50 metros estilo libre. El estudio presentó elementos de relevancia para la investigación referidos a insumos teóricos abordaje metodológico y aportes similares a los de la presente tesis doctoral.

Asimismo, Ruiz (2022) realizó una tesis doctoral titulada: Factores determinantes del rendimiento en nadadores velocistas: influencia de variables biomecánicas y fisiológicas, en la Universidad de Granada España. Las pruebas de natación de competición en piscina se dividen en las siguientes fases, salida, nado, viraje(s) y llegada para un análisis en profundidad. La contribución de cada uno de estas fases es crucial en las pruebas de velocidad de natación, ya que una pequeña diferencia en el rendimiento determina si un nadador gana o pierde una prueba.

Por lo tanto, el objetivo principal de esta tesis fue aumentar la comprensión de las variables biomecánicas y fisiológicas que influyen en el rendimiento de las pruebas de velocidad en natación. En primer lugar, para investigar la relación entre las fuerzas de nado atado en una piscina contracorriente y el rendimiento en las pruebas de velocidad, 16 nadadores realizaron 4 pruebas de 30 s de nado atado en una piscina contracorriente a velocidades de flujo de agua de 0, 0'926, 1'124 y 1'389 m·s⁻¹ y 25, 50 y 100 m crol.

Posteriormente, para proporcionar un enfoque global entre dos pruebas anaeróbicas, la fuerza muscular y el rendimiento en 50 m, 14 nadadores y 9 nadadoras realizaron un test de velocidad crítica anaeróbica, 2 pruebas de 30 s de nado atado en piscina contracorriente a velocidades de flujo de agua de 0 y 1'124 m·s⁻¹, cinco dominadas, cinco saltos con contramovimiento y un 50 m crol. A continuación, se evaluaron variables fisiológicas y biomecánicas en 13 nadadores y 8 nadadoras, antes y después de un periodo de cinco semanas de transición entre temporadas, para cuantificar los efectos del desentrenamiento en 50 m crol.

Además, se realizó una revisión sistemática con el fin de proporcionar una visión

general de los factores determinantes del nado ondulatorio subacuático (NOS). Finalmente, nadadores y 6 nadadoras fueron evaluados realizando tres saltos con contramovimiento y tres pruebas máximas de NOS, antes y después de un periodo de entrenamiento de cinco semanas.

Los nadadores fueron divididos en dos grupos de entrenamiento diferentes (solo agua vs. agua combinado con ejercicios en tierra usando poleas cónicas) para analizar el impacto tanto del entrenamiento de las habilidades específicas como el entrenamiento de fuerza en el rendimiento del NOS. Los resultados de la presente tesis mostraron que las variables de nado atado estaban correlacionadas con el rendimiento en pruebas de velocidad. Estas correlaciones eran más fuertes a medida que aumentaba la velocidad del flujo de agua.

La velocidad crítica anaeróbica se correlacionó positivamente con el nado atado en las dos condiciones y ambas evaluaciones se asociaron con las variables de fuerza fuera del agua y con el rendimiento de 50 m crol. La interrupción del entrenamiento durante cinco semanas provocó un deterioro del rendimiento de 50 m crol en ambos sexos. Después de las cinco semanas se observó una menor frecuencia de brazada y velocidad de nado, una mayor frecuencia cardíaca, un deterioro de la potencia metabólica anaeróbica (sólo en los chicos), una reducción de la fuerza en nado atado a velocidad cero (sólo en los chicos), y una disminución de la fuerza de los miembros superiores en chicos y de los miembros inferiores en chicas.

La revisión sistemática incluyó un total de 15 artículos, que proporcionaron un conjunto sustancial de investigaciones sobre la frecuencia de patada, la velocidad vertical de la punta del pie y de la onda corporal, la velocidad angular de las articulaciones, la distancia por patada, las amplitudes y el rango de movimiento de las articulaciones, y la posición del cuerpo en el rendimiento del NOS. El protocolo de entrenamiento de cinco semanas mostró mejoras en el grupo combinado (agua y fuerza), mientras que el grupo de entrenamiento en el agua no obtuvo cambios en el rendimiento del NOS.

En conjunto, los resultados de esta tesis doctoral sugirieron que la fuerza propulsiva depende de la producción de fuerza muscular del nadador y de la capacidad de los nadadores para aplicar eficazmente esa fuerza en el agua, aspectos que deben tenerse en cuenta en el entrenamiento y la monitorización.

El nado atado y la velocidad crítica anaeróbica podrían utilizarse como herramientas intercambiables para evaluar el rendimiento anaeróbico. Los entrenadores deberían encontrar alternativas para minimizar los efectos del desentrenamiento durante el periodo de transición entre temporadas. Asimismo, esta tesis doctoral sugirió que la transferencia del impulso caudal, así como la velocidad vertical de la punta del pie deben maximizarse para mejorar el rendimiento del NOS, siempre teniendo en cuenta las características individuales. Además, para mejorar el rendimiento del NOS deberían de incluirse ejercicios de fuerza específicos de los miembros inferiores en seco junto al entrenamiento específico en el agua.

Este trabajo se relacionó con la investigación debido a que guardó similitud y proporcionó aportes en el estudio de los factores determinantes del rendimiento en nadadores velocistas. Martín (2020), en su tesis doctoral titulada: Efectos de Diferentes Estímulos de Entrenamiento sobre Variables Determinantes en el Rendimiento en Jugadores de Élite Jóvenes de Waterpolo, investigación realizada en la Universidad Pablo de Olavide Sevilla España. El papel del entrenamiento de fuerza, integrado dentro de la planificación del entrenamiento, tiene actualmente un papel fundamental. Existe abundante bibliografía que muestra la mejora del rendimiento debido al entrenamiento de la fuerza en adultos, siendo más escasa en jóvenes deportistas bien entrenados.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue determinar si jugadores jóvenes élite de waterpolo masculino podrían mejorar variables determinantes del rendimiento como la velocidad de lanzamiento, velocidad de nado, la capacidad de salto y la fuerza muscular en el tren superior e inferior a través de cinco diferentes metodologías de entrenamiento de la fuerza. Las cinco metodologías de entrenamiento de fuerza utilizadas fueron: trabajo de fuerza en seco, trabajo de fuerza en agua, trabajo de fuerza combinando seco y agua, trabajo pliométrico y trabajo de fuerza excéntrica con sistemas isoinerciales.

El hallazgo más importante en la investigación fue que los resultados corroboraron las hipótesis, ya que las diferentes metodologías de entrenamiento de la fuerza utilizadas en los tratamientos hicieron mejorar de manera significativa las variables de rendimiento estudiadas. Concretamente después de 18 semanas de entrenamiento de fuerza (con un total de 36 sesiones (2 sesiones/semanales) realizadas) con diferentes metodologías

se lograron mejoras del 13 al 41% en fuerza del tren superior (press banca), del 6 al 25% en fuerza del tren inferior (sentadilla completa), del 2 al 9% en CMJ, del 3 al 6% en salto vertical en agua, del 3 al 7% en agilidad en agua, del 1 al 6% en velocidad de nado en 20 m y del 9 al 24% en velocidad de lanzamiento.

Los resultados pusieron de manifiesto que un programa de entrenamiento excéntrico con sistemas isoinerciales de 18 semanas de duración se tradujo en una mayor mejora en el rendimiento de la fuerza máxima (press banca y sentadilla completa) que otros métodos de entrenamiento analizados en este estudio. Además, un programa de entrenamiento excéntrico pareció producir un estímulo más potente ya que este entrenamiento resultó ser más beneficioso en los diversos parámetros de rendimiento en waterpolo (salto vertical en agua y velocidad de lanzamiento) en comparación con los otros métodos de entrenamiento estudiados.

El estudio guardó relación tanto en el abordaje de las cinco metodologías de entrenamiento en las teorías de entrada, así como los diferentes métodos de preparación estudiados.

La investigación de Pardos (2019), titulada Fuerza, potencia y entrenamiento vibratorio en nadadores adolescentes. Tesis doctoral realizada en la Universidad de Zaragoza España. Refirió que la fuerza y la potencia de las extremidades inferiores han demostrado tener un papel fundamental en el rendimiento en nadadores, principalmente durante las fases la salida y los virajes. No obstante, existe discrepancia en cuanto al tipo de variables de fuerza y potencia que mejor podrían explicar el rendimiento en pruebas de natación, así como al tipo de entrenamiento más adecuado para mejorar la fuerza y el rendimiento en nadadores.

Por otro lado, el entrenamiento vibratorio de todo el cuerpo parece ser beneficioso para la mejora de la fuerza y potencia de las extremidades inferiores, aunque los efectos crónicos de este método en la fuerza y el rendimiento deportivo, al día de hoy, todavía no han sido examinados en nadadores. El principal objetivo de esta tesis doctoral fue analizar la importancia de la fuerza en el rendimiento en natación, así como mostrar los efectos crónicos del entrenamiento vibratorio en la fuerza y el rendimiento en nadadores.

En primer lugar, se contextualizó y mostró el estado actual de la literatura científica en cuanto a las asociaciones entre la fuerza y el rendimiento, así como los tipos de

entrenamiento de fuerza existentes en natación. Se utilizó una muestra de 44 nadadores adolescentes para examinar la asociación entre variables de fuerza y potencia con el rendimiento en 50 y 100 m.

Luego se expusieron los resultados de un entrenamiento vibratorio de todo el cuerpo de 6 meses (3 veces por semana) en 20 nadadores adolescentes, mientras que un grupo control compuesto por 17 nadadores proseguían con su rutina de entrenamiento acuático. Por último, se mostró un estudio de validación y fiabilidad de un sistema optoelectrónico para medir la velocidad de desplazamiento durante el ejercicio de fuerza con 22 sujetos con experiencia en entrenamiento de fuerza.

Los resultados principales de la presente Tesis Doctoral mostraron que la potencia de las extremidades inferiores guarda una gran relación con el rendimiento en competición de nadadores chicos adolescentes. En el estudio longitudinal, el entrenamiento vibratorio de 6 meses no produjo efectos en la fuerza, potencia o rendimiento deportivo en nadadores. Finalmente, el aparato optoelectrónico demostró ser un sistema válido y fiable para medir la velocidad de desplazamiento durante ejercicios de fuerza.

Este trabajo se relacionó con la investigación porque buscó exponer y analizar el entrenamiento de fuerza, especialmente con vibración, lo que permitió demostrar que es una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento en natación al aumentar la fuerza muscular y la potencia, se tradujo en una mayor propulsión en el agua y tiempos más rápidos.

Teorías de Entrada

Al iniciar una investigación sobre el entrenamiento integrado para el rendimiento óptimo y éxito competitivo de nadadores velocistas de élite, fue fundamental establecer un marco teórico sólido. Según Duarte y Parra (2018), las teorías de entrada, producto de investigaciones previas y rigurosas, proporcionan un punto de partida esencial para cualquier estudio. En este sentido, se realizó una exhaustiva revisión de la literatura científica para identificar las principales teorías relacionadas con la Teoría del Proceso Pedagógico del Entrenamiento y la Teoría del Macrocielo Integrado de 6 semanas, lo que permitió construir un marco conceptual sólido para la presente investigación.

Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo

Verkhoshansky (2002), basó su teoría en una base sólida científica, donde analizó los mecanismos fisiológicos y biomecánicos del entrenamiento deportivo, lo que le permitió desarrollar programas de entrenamiento más efectivos y personalizados ejerciendo una profunda influencia en la forma en que los entrenadores y atletas abordan la preparación física. De igual forma, introdujo el concepto de periodización no lineal, un modelo de entrenamiento más flexible y adaptable que permite una mayor variación en los estímulos de entrenamiento, lo que se traduce en una mejor adaptación y prevención del sobreentrenamiento.

El autor citado destacó la importancia de adaptar los programas de entrenamiento a las características individuales de cada atleta, considerando factores como el tipo de deporte, la edad, el sexo y el nivel de entrenamiento igualmente, resaltó la relevancia de combinar el entrenamiento de fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad para lograr un desarrollo físico completo.

Ahora bien, los principios y métodos descritos por Verkhoshansky (ob. cit) pueden ser aplicados a una amplia variedad de deportes, desde el atletismo hasta los deportes de equipo. Entre las principales aportaciones de la teoría se encuentran (a) Proporcionó un marco teórico para la planificación y organización del entrenamiento a largo plazo, (b) introdujo conceptos como la supercompensación funcional, la importancia de la variabilidad en el entrenamiento y la necesidad de adaptar los programas de entrenamiento a las características individuales de cada atleta. De igual manera, fomentó la importancia de la investigación científica para el desarrollo de nuevas metodologías de entrenamiento.

Las ideas de Verkhoshansky (ob.cit) han tenido un impacto duradero en el campo del entrenamiento deportivo. Sus trabajos han sido utilizados por entrenadores de alto rendimiento en todo el mundo para diseñar programas de entrenamiento más efectivos y personalizados. Esta teoría es fundamental para cualquier entrenador o estudiante de ciencias del deporte. Su enfoque científico y su énfasis en la individualización del entrenamiento lo convierten en una referencia indispensable para aquellos que buscan optimizar el rendimiento deportivo.

A juicio de Ruiz-Navarro, et al. (2025) el desarrollo de la fuerza muscular es un componente esencial del entrenamiento en natación, pero destaca la necesidad de adaptar este entrenamiento a las demandas específicas del deporte. Se enfatiza la importancia de mejorar la velocidad y la eficiencia de la brazada, en lugar de simplemente aumentar la fuerza máxima. Sin embargo, se requieren más investigaciones para comprender completamente la interacción entre los factores fisiológicos, biomecánicos y antropométricos que influyen en el rendimiento en la natación.

Por lo antes expuesto, la teoría y metodología del entrenamiento deportivo facilitó un marco teórico sólido para el diseño de programas de entrenamiento integrados para nadadores velocistas. Al combinar los principios de la teoría con las últimas investigaciones en fisiología del ejercicio y psicología del deporte, los entrenadores pudieron desarrollar programas de entrenamiento altamente efectivos que maximizaron el potencial de sus atletas, de allí su relevancia para el presente estudio.

Teoría del Macrocielo Integrado de 6 semanas

En el 2003 Sweetenham reportó que "el entrenamiento específico mejorará diferentes aspectos de la condición física del nadador". (p. 3). El Macrocielo Integrado de 6 (MI6) se presentó como un modelo integrado que, basado en la evidencia científica, demostró el rendimiento de nadadores de velocidad en 50 metros libres. Integró diferentes métodos de entrenamiento, incluyendo intervalos (Dalamitros, et al. 2016), entrenamiento polarizado (Pla, et al. 2019) y periodización (Hartmann, et al. 2015; Hellard et al., 2017).

El entrenamiento de fuerza fue un componente clave, enfocándose en el core (Karpiński, et al. 2020; Pessôa Filho, 2008), combinando fuerza y alta intensidad (Ramos Veliz et al., 2014), y utilizando métodos terrestres, secos y combinados (Fone y van den Tillaar, 2022). Se integró el entrenamiento de fuerza y resistencia (Aspnes et al., 2009), incluyendo entrenamiento en seco (Tiago, et al. 2021).

El entrenamiento combinado en seco y agua se incorporó a través de entrenamiento aeróbico e intervalos cortos de Liu y Wang (2023) y entrenamiento de resistencia combinado de Thomas, et al. (2018).

El MI6 se estructuró en bloques de desarrollo de velocidad y tapering, utilizando zonas de intensidad para individualizar las adaptaciones fisiológicas. Estas zonas incluyeron trabajo técnico (Zona 1 A1), ritmo de competición (Zona 4) y sprint (Zona 5), respaldadas por investigaciones en entrenamiento de natación (Mujika y Chatard, 1996; Olbrecht y Madsen, 2003; Pyne y Sharp, 2014; Salo y Riewald, 2008; Touretski y Cappaert, 1999; Maglischo, 2003; Mujika y Padilla, 2003; Costill, et al. 1992; Pyne, et al. 2004; Costill y Maglischo, 1992; Mujika y Padilla, 2001; Bishop y Smith, 2003). El MI6 se presentó como una herramienta prometedora para el desarrollo del potencial de nadadores de velocidad.

Entrenamiento por Intervalos: Dalamitros, et al. (2016) compararon dos programas de entrenamiento por intervalos con diferentes duraciones de serie, demostrando mejoras en el rendimiento en pruebas de 100-400 metros libres y VO₂máx, pero sin diferencias significativas en 50 metros. Este estudio proporcionó información relevante para la comparación de protocolos y la evaluación del modelo MI6.

Entrenamiento Polarizado: Pla, et al. (2019) compararon el entrenamiento polarizado con el entrenamiento al umbral, mostrando que el primero induce mejoras ligeramente mayores en 100 metros libres con menor fatiga percibida. Este hallazgo se relacionó con el enfoque integral del MI6.

El Modelo de Adaptación al Entrenamiento Deportivo Selye citado por Magallanes (2010) está basado en el Síndrome de Adaptación General; este modelo explicó que el cuerpo responde al estrés del entrenamiento mediante adaptaciones progresivas. Para estimular estas adaptaciones, se aplicó una sobrecarga progresiva y específica según las demandas del deporte. Este modelo fue clave en deportes que requieren una especialización en habilidades particulares, como corredores de larga distancia o levantadores de pesas.

Periodización: Hartmann, et al. (2015) analizaron diferentes modelos de periodización a corto plazo, concluyendo que la integración de periodizaciones lineal y ondulante es efectiva para mantener o mejorar la fuerza y la potencia. Hellard, et al. (2017) investigaron la relación entre la periodización en las fases precompetitivas y el rendimiento, demostrando que un aumento de la carga a medio y largo plazo mejora el rendimiento, adaptando la planificación a la especialidad del nadador. Estos estudios

respaldaron la estructura del MI6, que combinó periodizaciones y ajustó la carga de entrenamiento.

El Modelo de Entrenamiento Deportivo de Ciclos Cortos: Issurin (2008), organiza el entrenamiento en ciclos de 2 a 6 semanas enfocados en un aspecto específico, como fuerza o resistencia, seguidos de 1 a 2 semanas de recuperación activa o pasiva. Según Issurin (ob.cit), este enfoque mejora capacidades aeróbicas, anaeróbicas y coordinación, ayudando a prevenir la fatiga crónica y el sobreentrenamiento. Tricoli, et al. (2005) y Mujika & Padilla (2000) confirmaron su eficacia en mejorar fuerza, potencia y resistencia cardiovascular en atletas de élite, siendo ideal para deportes que requieren explosividad o alta intensidad en períodos cortos, como baloncesto o boxeo.

El Modelo Concurrente: (Kraemer & Ratamess, 2004), combina entrenamiento de fuerza y aeróbico para mejorar múltiples capacidades simultáneamente. Aunque efectivo en fuerza y resistencia, puede generar fatiga debido a la sobrecarga del sistema nervioso central. Este modelo requirió planificación cuidadosa para evitar interferencias entre ambos tipos de entrenamiento y maximizar los resultados.

El Modelo Progresivo: (Fleck & Kraemer, 2004) está basado en el principio de sobrecarga gradual; este modelo aumenta progresivamente la intensidad, duración o frecuencia del entrenamiento. Diseñado para adaptarse a las necesidades individuales, mejoró fuerza, resistencia y coordinación, minimizando riesgos de lesiones al dar tiempo suficiente para la adaptación del cuerpo.

Bloques de Entrenamiento en las 6 semanas

El diseño de programas de entrenamiento de alta especialización, como el MI6, se basó en principios que integraron el desarrollo de capacidades específicas mediante sistemas energéticos diversos, con el objetivo de optimizar el rendimiento en pruebas de velocidad, particularmente en los 50 metros libres. Este enfoque combinó metodologías estructuradas en bloques de entrenamiento y sistemas por zonas de intensidad, fundamentados en investigaciones previas que respaldaron su eficacia (Sweetenham, 2003; Mujika y Padilla, 2003; Maglischo, 2003). Ahora bien, Sweetenham y Atkinson (2003) plantean que:

El entrenamiento que realizan los nadadores se puede clasificar en cinco categorías de zonas de entrenamiento: Zona 1: aeróbica (A1, A2, A3), Zona 2: umbral anaeróbico, Zona 3: resistencia de alto rendimiento (velocidad crítica, eliminación de lactato y MVO), Zona 4: anaeróbica (entrenamiento a ritmo de carrera, acumulación de ácido láctico), Zona 5: sprint. Las zonas pueden contener más de un tipo de entrenamiento. (p. 3)

De acuerdo a lo planteado, se pudo inferir que el sistema de zonas de entrenamiento en natación proporcionó un marco útil para diseñar programas de entrenamiento personalizados y efectivos. Al comprender las características de cada zona y adaptar el entrenamiento a las necesidades individuales, los nadadores pudieron mejorar su rendimiento y alcanzar sus objetivos.

Bloque 1. Evaluación inicial y especificidad Cognitiva y Condicional: El primer bloque, con una duración de tres semanas, consideró la competencia pre-intervención donde se tomaron los test previstos para acompañar la evolución del rendimiento. Se inició con el trabajo de gimnasio cuantificado como sesiones en tierra, donde también se testeó. Se destinó una proporción mayoritaria del volumen a la eficiencia técnica, la recuperación y el mantenimiento de la base aeróbica. Una fracción menor pero significativa implicó un incremento de la intensidad oxidativa media y alta. Una porción reducida pero crucial implicó un incremento de la intensidad no oxidativa de ritmo de prueba, marcado como trabajo de alta especificidad. Una pequeña proporción implicó carga cognitiva y condicional relacionada con el arranque de la prueba. El porcentual de sesiones en tierra experimentó un aumento moderado durante este bloque.

Bloque 2. Máximo Estrés No Oxidativo: El segundo bloque, correspondiente a la tercera y cuarta semana, incorporó la competencia de medio término, dando inicio al bloque de máximo estrés no oxidativo. Se realizaron los test de mayor impacto metabólico, separados estratégicamente de la competencia, pero dentro del período de control. Durante el bloque, la mayor parte del entrenamiento se mantuvo en Zona 1, aumentando principalmente en A1 y A3, dado que se requirió mayor carga de volumen para la recuperación técnica. Una porción menor se dedicó a la Zona 2, resultado del énfasis en Zona 4 y Zona 1. La Zona 4 alcanzó su punto máximo durante este bloque, influenciado por la competencia de medio término. Los porcentajes de velocidad se mantuvieron, pero con un enfoque más cognitivo que condicional. La proporción de

sesiones en tierra disminuyó inicialmente pero luego experimentó un incremento significativo.

Bloque 3. Tapering: El tercer bloque, con una duración de dos semanas, redujo el volumen total de manera considerable, pero mantuvo los porcentajes de alta intensidad. Se completaron los datos cuantitativos de los test realizados en la primera semana, replicando protocolos y condiciones de prueba. La cuarta semana marcó el cierre de la estructura con la competencia final, donde se compararon los tiempos pre y post intervención, además de contrastarlos con la mejor marca histórica de la población analizada.

La gran mayoría de la carga se concentró en Zona 1, abarcando trabajos de activación precompetitiva y recuperación post-competitiva. La Zona 2 se redujo a una porción mínima, la Zona 5 se mantuvo en una proporción constante como promedio del bloque, y la Zona 4 se orientó a ajustes competitivos en la primera semana de taper y a la competencia en la segunda. La proporción de sesiones en tierra disminuyó progresivamente, considerando los trabajos de activación precompetitivos.

Desarrollo de Contenidos de Entrenamiento

Los contenidos de entrenamiento fueron las diferentes áreas o categorías específicas que estructuraron el trabajo físico y técnico durante el proceso de entrenamiento deportivo. Representaron una clasificación organizada de las cargas de entrenamiento en función de sus objetivos y efectos en el desarrollo de las capacidades físicas, técnicas, tácticas y psicológicas del atleta. En el caso de la natación, estos contenidos permitieron orientar el entrenamiento hacia la mejora del rendimiento del nadador de manera precisa y eficiente.

Los contenidos tácticos de entrenamiento estuvieron relacionados con los contenidos de entrenamiento que más se ajustaron a las condiciones de intensidad y duración de las zonas de entrenamiento señaladas. (Navarro, et al. 2010). Entonces, los contenidos de entrenamiento fueron la estructura fundamental que permitió planificar, ejecutar y evaluar el progreso del entrenamiento, asegurando que cada sesión cumpliera un propósito dentro del ciclo de preparación deportiva.

Los contenidos del entrenamiento se refirieron a las diferentes zonas o tipos de entrenamiento que se utilizaron para desarrollar capacidades específicas en los nadadores, mejorando su rendimiento. Estas zonas estuvieron claramente definidas y relacionadas con los objetivos del plan general de entrenamiento, evitando tareas irrelevantes. Cada tarea respondió a una planificación precisa dentro de un programa estructurado.

Los contenidos técnicos y tácticos, aunque solieron integrarse con cargas condicionales (resistencia, fuerza, flexibilidad, velocidad), requirieron un control adicional para garantizar que los nadadores dominaran aspectos específicos de las técnicas de nado y acíclicas (salidas y virajes). Estos elementos técnicos fueron fundamentales y se incluyeron en el programa estructurado.

En este sentido, Navarro, et al. (ob.cit) dice que:

Para aplicar las diversas cargas de entrenamiento que faciliten el desarrollo de las capacidades que mejoran el rendimiento del nadador, es necesario, en primer lugar, diferenciarlas según sus objetivos. Esta diferenciación está reflejada en lo que denominaremos contenidos de entrenamiento. (p.38)

Lo anteriormente expuesto, planteó que para optimizar el entrenamiento de un nadador fue esencial clasificar los ejercicios en diferentes categorías o contenidos de entrenamiento. Esta clasificación se basó en los objetivos específicos que se desearon alcanzar, como mejorar la fuerza, la resistencia, la velocidad, entre otros. De allí, que las capacidades cognitivas, hicieron referencia a los contenidos relacionados con la técnica y la táctica, ya que involucraron procesos coordinativos, relacionados con el rendimiento.

Es decir, la conceptualización de contenidos guardó relación con la didáctica, en especial en su relación con los objetivos. La relación entre la bidimensionalidad del objetivo en didáctica y la necesidad de desarrollar contenidos de entrenamiento según los objetivos planteados se fundamentó en sus similitudes y enfoques compartidos. Ambos paradigmas buscaron integrar teoría y práctica, promoviendo el logro de resultados observables y medibles.

La bidimensionalidad del objetivo subrayó la importancia de combinar el contenido (lo que se aprende) con la conducta (cómo se evidencia el aprendizaje en comportamientos y habilidades observables). Esto garantizó que los objetivos educativos fueran claros, específicos y medibles. En este ámbito del entrenamiento deportivo, los

contenidos se estructuraron para cumplir objetivos concretos que integraron el desarrollo de capacidades (resistencia, fuerza, técnica, entre otros.) y su traducción en un rendimiento observable durante el entrenamiento o la competencia.

Ambos enfoques partieron de la definición de objetivos claros y verificables, asegurando que las actividades (ya fueran de enseñanza o entrenamiento) estuvieran alineadas con un propósito definido. Este énfasis permitió monitorear y evaluar de manera precisa si se estaban alcanzando los resultados esperados.

Grosser, Bruggermann y Zintl (1989) a las capacidades cognitivas se definen como: "requisitos en relación con las sensaciones, percepciones, imaginaciones, a la memoria y el pensar durante acciones deportivas". (p.164) Se mencionan que "la táctica conocida en la práctica deportiva es a consecuencia una 'aplicación de acciones preparatorias para realizar' las llamadas estrategias, basada en procesos perceptivos e intelectuales". (p. 164)

En el mismo contexto, los autores definieron las capacidades condicionales como elementos esenciales que afectaron el rendimiento deportivo. En el contexto del deporte, estas capacidades fueron consideradas como requisitos aprendidos o basados en aptitudes que iniciaron procesos internos de estimulación y dirección. Dentro de estas capacidades se incluyeron aspectos como la fuerza, la velocidad y la resistencia, las cuales fueron cruciales para el desarrollo óptimo de la técnica motriz y la condición física del deportista.

Además, se enfatizó que el éxito en el rendimiento deportivo dependió no solo de estas capacidades, sino también de la integración de capacidades psíquicas y cognitivo-tácticas, que permitieron la aplicación efectiva de la condición física y técnica en situaciones de competencia.

Sistema por Zonas de Intensidad

El programa MI6 utilizó un sistema de entrenamiento por zonas de intensidad para individualizar las adaptaciones fisiológicas. Este enfoque fue ampliamente respaldado en la literatura científica. En la Zona 1 (Trabajo Técnico), el entrenamiento a baja intensidad fue crucial para mejorar la técnica y la economía del movimiento (Mujika y Chatard, 1996;

Touretski y Cappaert, 1999). En la Zona 4 (Race Pace), el entrenamiento a ritmo de competición permitió alcanzar una alta especificidad fisiológica, mejorando la capacidad de mantener la velocidad óptima durante la prueba (Maglischo, 2003; Salo y Riewald, 2008). Finalmente, en la Zona 5 (Sprint), los esfuerzos máximos estuvieron orientados al reclutamiento de fibras de contracción rápida y a la mejora del sistema del fosfágeno, como lo evidenciaron los trabajos de Bishop y Smith (2003) y Pyne y Sharp (2014).

El programa MI6 representó un enfoque integrado y basado en evidencia científica para el desarrollo del rendimiento de nadadores velocistas. Su estructura en bloques, combinada con el enfoque por zonas de intensidad, permitió una adaptación fisiológica específica y optimizada. La literatura respaldó su aplicación como una herramienta efectiva para maximizar el potencial en pruebas de velocidad. Futuras investigaciones deberían evaluar su eficacia en diferentes poblaciones de nadadores y compararlo con otros programas de entrenamiento, a fin de validar su impacto en el rendimiento deportivo.

Zona 1 A1 (Trabajo Técnico): Se centró en la mejora de la técnica y la economía del movimiento a baja intensidad. Diversos estudios (Mujika y Chatard, 1996; Olbrecht y Madsen, 2003; Pyne y Sharp, 2014; Salo y Riewald, 2008; Touretski y Cappaert, 1999) respaldaron la importancia del entrenamiento a baja intensidad para la optimización de la técnica y el desarrollo de la base aeróbica.

Zona 4 (Race Pace): Entrenamiento a ritmo de competición para fomentar la especificidad y la capacidad de mantener la velocidad óptima. Investigaciones de Maglischo (2003), Salo y Riewald (2008), Mujika y Padilla (2003), Costill et al. (1992), y Pyne et al. (2004) demostraron los beneficios del entrenamiento a ritmo de competición para la adaptación fisiológica y la mejora del rendimiento.

Zona 5 (Sprint): Se enfocó en el desarrollo de la velocidad máxima, reclutando fibras musculares de contracción rápida y optimizando el sistema del fosfágeno. Estudios de Costill y Maglischo (1992), Mujika y Padilla (2001), Salo y Riewald (2008), Pyne y Sharp (2014), y Bishop y Smith (2003) respaldaron

Estratificación Metodológica de las Zonas de Entrenamiento 1, 2, 3 y 4

La periodización del entrenamiento en natación implicó una organización sistemática de estímulos que indujeron adaptaciones específicas en diversos sistemas fisiológicos del deportista. En este contexto, la denominada Zona 1 del entrenamiento desempeñó un rol crucial en la estructura metodológica de la preparación deportiva, particularmente relevante en nadadores de alto rendimiento. Esta zona se caracterizó principalmente por un predominio del metabolismo oxidativo, utilizando ácidos grasos libres y triglicéridos como fuentes energéticas fundamentales, estableciendo así una base funcional indispensable para soportar posteriores cargas de mayor intensidad y especificidad durante el ciclo de entrenamiento.

El entrenamiento por zonas permitió una planificación precisa de los estímulos fisiológicos esperados. Las zonas se delimitaron de acuerdo con criterios metabólicos, hemodinámicos y neuromusculares, y cada una respondió a un objetivo específico dentro del proceso de entrenamiento.

La Zona 1 fue fundamentalmente oxidativa, destinada al desarrollo de la base aeróbica. Dentro de ella se distinguieron tres subniveles. El nivel A1 estuvo orientado a la recuperación activa, con intensidades muy bajas que facilitaron el reciclaje de metabolitos y optimizaron la perfusión muscular sin inducir fatiga significativa. El nivel A2 mantuvo una intensidad aeróbica media que promovió la utilización combinada de ácidos grasos y glucosa, sosteniendo adaptaciones mitocondriales estables. El nivel A3 incrementó levemente la demanda energética, introduciendo una participación más activa del metabolismo glucolítico, pero manteniendo predominio oxidativo. Este último resultó útil para sostener estímulos de volumen en especialidades de medio fondo y fondo.

La Zona 2, también conocida como zona de producción de lactato, representó un umbral metabólico donde el cuerpo comenzó a generar lactato en niveles mensurables, pero aún controlables. Esta zona fue clave para el desarrollo de la eficiencia metabólica, ya que permitió extender la capacidad del sistema aeróbico para producir energía incluso en presencia de una carga glucolítica moderada. La intensidad se situó cercana al segundo umbral aeróbico (VT2 o MLSS), con alta activación de enzimas oxidativas y

adaptaciones cardíacas relevantes. En términos prácticos, esta zona entrenó la capacidad del nadador para sostener esfuerzos submáximas prolongados sin entrar en fatiga prematura.

La Zona 3, identificada como zona de tolerancia al lactato, tuvo como objetivo incrementar la capacidad del nadador para soportar altos niveles de acidosis metabólica. Este tipo de entrenamiento implicó cargas intermitentes de elevada intensidad, con pausas estratégicamente distribuidas para permitir acumulación progresiva de lactato y, al mismo tiempo, facilitar su remoción parcial. Las adaptaciones esperadas incluyeron una mayor expresión de transportadores de lactato (MCT1 y MCT4), así como una mejora de la eficiencia enzimática del sistema glucolítico. En este dominio de esfuerzo, se buscó preparar al deportista para sostener ritmos cercanos al competitivo durante series repetidas, siendo una zona crítica en las fases de construcción específica del macrociclo.

Finalmente, *la Zona 4 o zona de lactato pico* estuvo diseñada para inducir esfuerzos supramáximos que provocaron la máxima acumulación posible de lactato en cortos períodos de tiempo. Se accedió principalmente mediante trabajos a intensidades superiores al ritmo competitivo, con pausas completas que permitieron recuperar la fosfocreatina y facilitar esfuerzos repetidos de alta demanda neuromuscular. Este tipo de trabajo potenció la capacidad glucolítica anaeróbica, estimuló la hipertrofia de fibras tipo IIx y optimizó la resíntesis de ATP en ausencia de oxígeno. Fue una zona de aplicación estratégica en velocistas, especialmente en fases cercanas a la competencia.

Aproximaciones Metodológicas Específicas para la Implementación

Cada una de las zonas mencionadas pudo ser desarrollada mediante métodos específicos. La implementación de la Zona 1 se realizó a través de métodos extensivos como la superdistancia, intervalos largos o el fartlek acuático, buscando mantener el estímulo dentro de parámetros oxidativos sin comprometer la técnica. Las zonas 2 y 3 se abordaron generalmente con métodos interválicos progresivos y combinaciones de repeticiones con pausas activas. La Zona 4 se implementó mediante sprints, repeticiones supramáximas y ejercicios de resistencia muy corta duración, pero alta potencia.

Consideraciones Técnico-Cognitivas y Aplicaciones por Especialidad

La baja intensidad relativa de la Zona 1 permitió una integración sinérgica de contenidos técnicos, tácticos y coordinativos. Durante estas sesiones, el foco pudo estar en aspectos como el control de la tracción, el equilibrio hidrodinámico y la optimización del viraje y la salida. En cambio, las zonas de mayor intensidad requirieron una preparación mental específica para sostener el esfuerzo y tolerar el malestar fisiológico inherente al entrenamiento de alta carga.

En cuanto a la aplicación por especialidad, los nadadores velocistas priorizaron sesiones en zonas 3 y 4, integrando trabajos en Zona 1 para facilitar la recuperación activa. Los mediofondistas alternaron estímulos de zonas 2 y 3 para consolidar ritmos sostenidos con buena tolerancia al lactato, mientras que los fondistas centraron su carga en zonas 1 y 2, con inserciones ocasionales de zona 3 como estímulo de compensación.

La Zona 5: Correspondiente al entrenamiento de velocidad máxima y potencia neuromuscular, representó el extremo superior del espectro de intensidad. Esta zona se caracterizó por esfuerzos de muy corta duración (menos de 10 segundos), ejecutados a máxima velocidad, con requerimientos predominantemente fosfagénicos (sistema ATP-PC). El propósito principal de esta zona fue el desarrollo de la velocidad pura, la potencia máxima y la eficiencia en la activación neuromuscular. Los estímulos en esta zona se realizaron con total recuperación entre repeticiones, para asegurar la calidad de ejecución técnica y neuromuscular.

Además, se asociaron con adaptaciones en la tasa de desarrollo de la fuerza, mejora de la coordinación intermuscular y aumento de la velocidad de reacción, aspectos todos ellos críticos para el rendimiento en pruebas de 50 y 100 metros. Su implementación metodológica incluyó ejercicios aislados de velocidad con asistencia técnica, uso de sobrecarga variable, o sprints con asistencia y resistencia, como correas elásticas, paracaídas o dispositivos subacuáticos. Esta descripción técnica-metodológica constituyó la base estructural del modelo evaluado, y fue complementada en los capítulos siguientes con evidencia empírica de su implementación y el sustento científico que justificó su validez. La eficacia del entrenamiento de sprint para la mejora de la velocidad y la potencia. A continuación, se ofrece la tabla 1:

Tabla 1*Fundamentación Teórica del Programa MI6*

Bloque	Microciclo V	Zona 1	Zona 2/3 Complex	Zona 4	Zona 5	Sesiones Agua	Sesiones Tierra	Fuerza Máxima	VBT	Piometría
1° Semana	Volumen x Zona	22300	2600	700	845	10	4	2	2	
	Porcentual por Zona	84%	10%	3%	3%	71%	29%			
	Volumen Total	26,445								
1° Semana	Volumen x Zona	23000	2800	900	830	10	5	2	2	1
	Porcentual por Zona	84%	10%	3%	3%	67%	33%			
	Volumen Total	27530								
1° Semana	Volumen x Zona	27000	1200	1600	865	12	5	2	2	1
	Porcentual por Zona	88%	4%	5%	3%	71%	29%			
	Volumen Total	30665								
1° Semana	Volumen x Zona	23000	1400	800	830	10	5	2	2	1
	Porcentual por Zona	88%	5%	3%	3%	67%	33%			
	Volumen Total	26030								
1° Semana	Volumen x Zona	15500	800	200	730	10	5	1	2	2
	Porcentual por Zona	89.96%	4.64%	1.16%	4.24%	71.43%	28.57%			
	Volumen Total	17,230								
1° Semana	Volumen x Zona	12800	0	300	400	12	3	0	1	2
	Porcentual por Zona	95%	0%	2%	3%	80%	20%			
	Volumen Total	13500								

Nota. Elaboración propia (2025).

En atención a lo expuesto en la tabla 1, el MI6 se presentó como un programa de entrenamiento integrado, basado en la evidencia científica, para optimizar el rendimiento de nadadores velocistas. Su estructura en bloques, el sistema de entrenamiento por zonas de intensidad y la integración de diferentes capacidades lo convirtieron en una herramienta prometedora para el desarrollo del potencial de los nadadores. La investigación futura debería centrarse en evaluar la eficacia del MI6 en diferentes poblaciones de nadadores y comparar sus resultados con otros programas de entrenamiento.

Aspectos Conceptuales

Modelos de Entrenamiento

Entrenamiento Combinado en Seco y Agua

Entrenamiento Aeróbico e Intervalos Cortos en Seco: Liu y Wang (2023)

demostraron mejoras en el consumo máximo de oxígeno, potencia y tiempos en pruebas de natación tras un programa combinado de entrenamiento aeróbico en piscina e intervalos cortos en seco.

Entrenamiento de Resistencia Combinado: Thomas, et al. (2018) evidenciaron mejoras en la fuerza máxima, potencia muscular y rendimiento en pruebas de natación tras un programa de entrenamiento de resistencia combinado en seco y agua, utilizando métodos como TRX, remo y ejercicios específicos.

Entrenamiento de la velocidad

El entrenamiento de la velocidad fue un área altamente especializada que buscó maximizar el rendimiento explosivo de corta duración mediante la optimización del sistema fosfágeno, compuesto por ATP y fosfocreatina. Este sistema proveyó energía inmediata pero limitada, agotándose en menos de 10 segundos. Los entrenamientos estuvieron diseñados para aumentar su capacidad y eficiencia, minimizando la acumulación de ácido láctico.

El diseño del entrenamiento de velocidad se basó en métodos clave para desarrollar el sistema fosfágeno. Los esfuerzos de alta intensidad y corta duración, de entre 4 y 8 segundos, garantizaron que este sistema fuera el principal proveedor de energía, evitando la activación de la glucólisis anaeróbica y la producción excesiva de ácido láctico. La progresión gradual de la intensidad permitió mejorar la regeneración de fosfocreatina, asegurando repeticiones consistentes en velocidad y potencia. Después de un esfuerzo de alta intensidad, el cuerpo inició el proceso de resíntesis de fosfocreatina. Este proceso ocurrió principalmente durante las pausas de descanso y fue facilitado por la cadena de transporte de electrones en las mitocondrias.

El trabajo de Katch (1987), fue fundamental para comprender los mecanismos energéticos que subyacieron al ejercicio de alta intensidad. Sus hallazgos continuaron siendo relevantes para la investigación y la práctica en el campo de la fisiología del ejercicio. Además, en 30 segundos, el fosfágeno regeneró aproximadamente el 50% de las reservas de fosfocreatina; en 60 segundos, regeneró cerca del 75%, y en 90 segundos alcanzó alrededor del 87%. La resíntesis total de fosfocreatina se completó

entre 3 y 5 minutos, llegando incluso a una supercompensación.

En el año 2003 Hoppeler, Flück y Howald, investigaron cómo la fosfocreatina (PCr) y la creatina (Cr) influyen en la respiración mitocondrial en fibras musculares humanas permeabilizadas. Los investigadores concluyeron que la fosfocreatina disminuyó la sensibilidad de la respiración mitocondrial al ADP, mientras que la creatina tuvo el efecto contrario, aumentando dicha sensibilidad. Durante la transición del reposo al ejercicio de alta intensidad, una disminución en la proporción PCr/Cr incrementó efectivamente la sensibilidad de la respiración mitocondrial al ADP, facilitando una respuesta energética más rápida a las demandas musculares.

Estos hallazgos subrayaron la importancia de la fosfocreatina y la creatina en la regulación del metabolismo energético muscular, destacando su papel en la adaptación del músculo esquelético a las variaciones en la demanda energética durante el ejercicio y la recuperación. Otro aspecto clave fue la supercompensación del sistema fosfágeno, que incrementó sus reservas mediante un enfoque metódico que incluyó vaciamiento inicial, descanso adecuado y repeticiones controladas. Esto mejoró tanto la eficiencia como la capacidad del sistema.

Además, el entrenamiento neuromuscular optimizó el reclutamiento de fibras rápidas mediante esfuerzos superiores al 90% de la capacidad máxima, favoreciendo el desarrollo explosivo del atleta. El equilibrio entre esfuerzo y descanso fue esencial para evitar la acumulación de ácido láctico y mantener la intensidad. Los estímulos duraron entre 4 y 8 segundos, aunque en deportes como la natación pudieron extenderse ligeramente debido a la resistencia del agua. Las pausas adecuadas fueron críticas para regenerar el sistema fosfágeno. Micropausas de 1 a 2 minutos permitieron una recuperación parcial, mientras que macropausas de 3 a 5 minutos aseguraron una recuperación completa tras series intensas.

La recuperación pudo ser activa o pasiva. Según Toubekis, et al. (2005) en su estudio sobre el rendimiento en sprints de natación repetidos, se recomendó la recuperación pasiva o activa de baja intensidad (40% de la velocidad en 100m) para mantener el rendimiento. La recuperación activa a mayor intensidad (60%) disminuyó el rendimiento en esfuerzos repetidos.

Además, se pudo utilizar nado técnico a baja intensidad para consolidar la técnica

mientras se facilitó la recuperación. Además, una capacidad aeróbica robusta mejoró la regeneración de fosfocreatina durante las pausas, aumentando la eficiencia general del entrenamiento.

En conclusión, el entrenamiento de velocidad basado en el sistema fosfágeno requirió una planificación precisa que combinó esfuerzos intensos, pausas adecuadas y técnicas de recuperación. Estudios como los de Toubekis. et al. (ob.cit) y Katch y Hoppeler (2000) aportaron evidencia valiosa sobre los beneficios de la recuperación pasiva y activa de baja intensidad, mientras que el diseño personalizado de las sesiones garantizó resultados óptimos para cada atleta.

Entrenamiento de Fuerza

Músculos Centrales (Core): Karpiński, et al. (2020) y Pessôa Filho, et al. (2008) demostraron que el entrenamiento enfocado en los músculos centrales mejora la técnica de inicio, el tiempo después del giro y la velocidad promedio, así como el rendimiento general en estilo libre.

Fuerza y Alta Intensidad: Ramos Veliz, et al. (2014) evidenciaron el efecto positivo del entrenamiento de fuerza y alta intensidad en variables clave de rendimiento en waterpolo.

Métodos de Entrenamiento de Fuerza: Fone y van den Tillaar (2022) revisaron diferentes métodos de entrenamiento de fuerza (agua, seco y combinado) en nadadores, encontrando mejoras en el rendimiento en todos los métodos, aunque sin un consenso sobre cuál es el más efectivo. Esto resaltó la importancia de la especificidad en el entrenamiento de fuerza.

Entrenamiento Combinado de Fuerza y Resistencia: Aspenes, et al. (2009) mostraron mejoras significativas en pruebas de natación tras un entrenamiento combinado de fuerza y resistencia, destacando la importancia de la integración de ambos componentes.

Entrenamiento de Fuerza en Seco: Tiago, et al. (2021) demostraron mejoras en la fuerza y el rendimiento en pruebas de velocidad tras un programa de entrenamiento de fuerza en seco combinado con entrenamiento de natación.

Ahora bien, Schoenfeld, et al. (2016) investigaron los efectos de intervalos de descanso cortos (1 minuto, SHORT) frente a largos (3 minutos, LONG) en el entrenamiento de resistencia sobre la fuerza muscular y la hipertrofia en hombres jóvenes entrenados. Veintiún participantes realizaron un programa de 8 semanas con tres sesiones semanales, que incluyeron 3 series de 8-12 repeticiones máximas en siete ejercicios. Se evaluaron la fuerza máxima (1RM en press de banca y sentadilla), resistencia muscular (50% 1RM en press de banca hasta el fallo) y el grosor muscular mediante ultrasonido.

Este estudio concluyó que los períodos de descanso más largos favorecieron mayores aumentos en fuerza muscular. Salles BF y cols, (2009) encontraron que el intervalo de descanso entre series fue una variable clave en el entrenamiento de fuerza, ya que afectó las respuestas agudas y las adaptaciones crónicas. Descansos de 3-5 minutos permitieron mayores repeticiones con cargas del 50-90% de una repetición máxima y optimizaron aumentos en fuerza absoluta y potencia muscular.

Hartmann y cols (2015) en su trabajo sobre el efecto de la fuerza y velocidad en períodos cortos de tiempo, mostraron que los resultados principales indicaron que la periodización fuerza-potencia mostró mejores resultados en la velocidad-fuerza a corto plazo, especialmente en atletas de élite, durante fases de preparación específicas como la pretemporada.

Entrenamiento de la técnica

El rendimiento, inicialmente evaluado únicamente por el tiempo total de la prueba, evolucionó hacia un análisis más detallado que dividió la competición en fases específicas: salida, nado, virajes y llegada. Este enfoque, propuesto por Absaliamov y Timakovoy (1990), se consolidó gracias a los avances en los registros, especialmente en piscina corta.

Cada fase tuvo características y habilidades particulares. Los movimientos cílicos representaron entre el 75% y el 80% de la distancia total, mientras que los movimientos acíclicos, como la salida, los virajes y la llegada, abarcaron el 20%-25% restante (Sánchez & Arellano, 2001). Además, en tres de los cuatro estilos de natación, hasta el

60% de la prueba incluyó un componente distintivo: el nado subacuático.

Por lo tanto, optimizar el rendimiento total requirió mejorar cada fase de forma individual, priorizando las áreas más deficientes. Este enfoque resultó más eficiente y debió adaptarse según la distancia de la prueba y el tipo de piscina (Mason, 1999a; Thayer & Hay, 1984).

La evaluación continua fue clave para diagnosticar fortalezas y debilidades, definir objetivos y monitorear la progresión del rendimiento. Las evaluaciones globales, por su parte, permitieron realizar comparaciones tanto con competidores como con actuaciones previas del propio nadador. Cada parte de la carrera debió analizarse como un componente específico que trascendiera los contenidos condicionales. Fue fundamental abordarla desde la didáctica del aprendizaje motor y aplicar una metodología adecuada para maximizar el desarrollo técnico.

La evaluación técnica tradicional presentó limitaciones debido al corto tiempo de observación, la subjetividad del entrenador y las distorsiones visuales entre el medio acuático y aéreo. En este contexto, el uso de tecnologías avanzadas, como análisis en vídeo, cronometraje electrónico y sistemas GPS, disminuyó la subjetividad y mejoró la precisión en las evaluaciones técnicas y cuantitativas.

Estas herramientas permitieron un análisis más detallado y objetivo del rendimiento, facilitando la evaluación de cada fase de la carrera, la comparación de datos y la planificación de entrenamientos a corto, medio y largo plazo. La integración de análisis de competición, tecnología avanzada y evaluaciones regulares garantizó una planificación más precisa y adaptada a las necesidades de cada nadador y de cada fase de la prueba. Esto aseguró un progreso continuo y orientó los objetivos hacia un rendimiento óptimo.

Tiempo de Recuperación entre Cargas de diferente Densidad – Jan Olbreth

De acuerdo, con Olbreth (2000):

Teniendo en cuenta el principio de supercompensación y el hecho de que un mismo tipo de entrenamiento solo produce adaptaciones efectivas durante aproximadamente 6 semanas, es extremadamente importante utilizar un patrón ondulatorio que alterne entre intensidad y/o volumen con períodos de regeneración a lo largo de todo el proceso de entrenamiento. (p. 13)

Por la característica de contenidos de máxima especificidad, en el macrociclo integrado de ultracorto para nadadores velocistas, el patrón ondulatorio de trabajos de alta y baja intensidad con volúmenes relativos, alternan con períodos de regeneración en el diseño del microciclo y en el de la propia sesión. Esto obliga a un estricto control de carga.

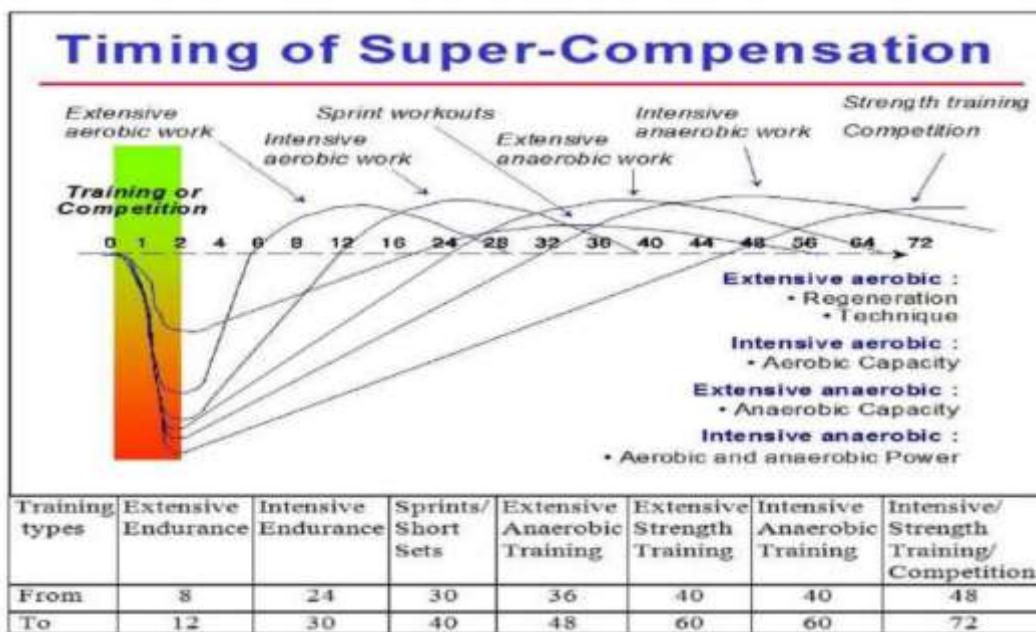
En tal sentido, Navarro, et al (2010) señala que “el control de las cargas de entrenamiento, utilizando instrumentos de medida que permitan conocer el comportamiento de ciertos indicadores fisiológicos, bioquímicos, y hormonales que ofrecen información precisa en relación con la respuesta orgánica al entrenamiento” (p. 237). Es decir, el macrociclo de 6 semanas se estructura de la siguiente manera (ver Tabla 2):

Tabla 2
Macrociclo de 6 semanas

Semanas 1-2	Se enfocan en cargas de alta intensidad y baja frecuencia, con 4-6 sesiones de entrenamiento por semana.
Semanas 3-4	Se caracterizan por cargas de alta frecuencia y baja intensidad, con 6-8 sesiones de entrenamiento por semana.
Semanas 5-6	Se dedican a cargas de máxima especificidad, combinando alta intensidad y frecuencia en 6-8 sesiones de entrenamiento por semana. Además, se incluyen períodos de regeneración de 2-3 días después de cada 2 semanas de entrenamiento intenso, permitiendo a los nadadores recuperarse y alcanzar un pico de rendimiento óptimo

Fuente: Elaboración propia (2025).

Dado la característica de la duración de la estructura y dada la importancia de la ondulación de cargas, en procesos anabólicos y catabólicos, se presenta la tabla 3, correspondiente a los tiempos de recuperación entre estímulos Olbrecht (2000):

Tabla 3*Tiempo de Recuperación entre Estímulos Olbrecht (2000)*

Nota. Tomado de Timing of Super-Compensation Olbrecht (2000).

La tabla 3, basada en "Timing of Super-Compensation" (tiempo de super compensación) proporcionó un marco clave para diseñar programas de entrenamiento integrados, como el propuesto en el proyecto doctoral. Este cronograma estableció que diferentes tipos de entrenamiento (aeróbico, anaeróbico, de fuerza y de velocidad) generaron adaptaciones específicas según su intensidad, volumen y el tiempo necesario para la super compensación. En el contexto de este proyecto, cuyo objetivo fue diseñar un modelo ultracorto de entrenamiento para velocistas de élite, esta información fue crítica.

La alternancia entre diferentes cargas de trabajo (intensidad y volumen) con períodos de recuperación permitió maximizar la adaptación fisiológica, clave para la eficiencia del modelo. Al integrar mediciones como lactato y variables de rendimiento, el modelo pudo ajustar los estímulos de manera precisa, garantizando la recuperación necesaria para aprovechar la super compensación.

En síntesis, el cronograma reforzó el diseño del proyecto, asegurando una planificación científica y personalizada que optimizó las adaptaciones metabólicas,

neuromusculares y técnicas en nadadores de élite.

Como el trabajo se centró en el desarrollo de la velocidad, fue clave la eficiencia metodológica en el diseño de las series. Al respecto, se destacó el trabajo del Dr. Frank Katch (1982), quien determinó que los niveles de fosfágeno en el músculo sólo aguantan entre 8-10 segundos de ejercicio máximo antes de agotarse. Esto coincidió con la capacidad máxima del cuerpo para mantener altas tasas de producción energética de forma anaeróbica.

Tras un esfuerzo máximo de alta intensidad, los depósitos de fosfágeno se agotaron rápidamente debido a su función como intermediario energético. La resíntesis del fosfágeno a partir de procesos como la fosforilación aeróbica y el glicólisis fue lenta, tomando entre 1-3 minutos recuperar niveles normales. La resíntesis lenta del Fosfágeno condicionó que se requirieran descansos de varios minutos entre repeticiones de esfuerzos máximos antes de poder volver a alcanzar altas tasas anaeróbicas. Por lo tanto, Katch (ob.cit) dijo que la reposición completa de los niveles musculares de Fosfágeno tras un ejercicio máximo demandó entre 1-3 minutos.

Cargas Regulares: Periodización Clásica

La periodización de cargas regulares es un enfoque sistemático en la planificación del Entrenamiento deportivo, diseñado para optimizar el rendimiento físico y prevenir lesiones a través de la organización estructurada de las sesiones de entrenamiento. Este método fue ampliamente estudiado y desarrollado por diversos expertos en el campo, destacándose entre ellos Tudor O. Bompa (2016), G. Gregory Haff y N. Travis Triplett (2016), Kraemer & Ratamess (2006), Günter Thiess, Peter Tschiene y Helmut Nickel (2004).

Bompa (2016) y Matveyev (2001) desarrollaron un Modelo de Periodización desde cargas regulares. Este modelo organizó el entrenamiento en ciclos o fases para maximizar el rendimiento a largo plazo. Dividió el entrenamiento en tres fases principales: preparación, competitiva y transición. Este enfoque evolucionó en estructuras más cortas y concentradas, aunque siguió siendo ideal para atletas en formación. Tschiene (1997), desarrolló como variante el modelo de altas cargas, donde los procesos de diferente

densidad se alternaron dentro de cada mesociclo. Sobre esta idea, Gibala & McGee (2006), desarrollaron un modelo que se centró en ejercicios de alta intensidad alternados con recuperación activa o pasiva. Este modelo fue ideal para mejorar la capacidad aeróbica y anaeróbica en poco tiempo. Ejercicios como sprints y saltos fueron efectivos para desarrollar resistencia y reducir grasa corporal, siendo más eficientes que entrenamientos prolongados de baja intensidad.

Otro modelo, de Carga de Entrenamiento de Gabbett (2016), se enfocó en medir y ajustar la carga de entrenamiento para optimizar el rendimiento. Este modelo consideró tres componentes: intensidad del entrenamiento, capacidad de recuperación y adaptación del organismo. Herramientas como medición de frecuencia cardíaca, distancia y velocidad ayudaron a personalizar las cargas según las características individuales del atleta, equilibrando el estrés y la recuperación.

Seiler & Tønnessen, (2009) desarrollaron un modelo Polarizado, donde se distribuyó la carga en tres zonas: baja, alta y muy alta intensidad. La mayor parte del entrenamiento ocurrió en baja intensidad para evitar fatiga excesiva, mientras que las zonas alta y muy alta se emplearon con moderación para mejorar la capacidad aeróbica y anaeróbica. Fue efectivo en deportes de resistencia como ciclismo y esquí.

De manera similar, Haff y Triplett citados Bompa (2016), describieron detalladamente los principios y métodos de la periodización, la cual se basó en dividir el entrenamiento en macrociclos (a largo plazo), mesociclos (mediano plazo) y microciclos (corto plazo). Mientras que los macrociclos abarcaron varios meses o incluso un año completo, los mesociclos solieron extenderse entre cuatro y seis semanas, y los microciclos comprendieron días o semanas, enfocándose en tareas específicas como fuerza, resistencia o recuperación.

Este enfoque permitió ajustar las cargas de entrenamiento, gestionar la fatiga y planificar picos de rendimiento para competencias clave. Además, los autores abordaron métodos avanzados, como la periodización lineal y ondulante, enfatizando la necesidad de adaptar los planes de entrenamiento a las características y respuestas individuales de cada atleta.

Por otra parte, Kraemer & Ratamess, (2006) se centraron en la relación entre el volumen y la intensidad del entrenamiento como variables esenciales para inducir

adaptaciones fisiológicas específicas. Según Kraemer & Ratamess (ob.cit), los ajustes estratégicos en estas variables fueron fundamentales para desarrollar fuerza, potencia y resistencia, mientras se evitó el sobreentrenamiento. Este enfoque, basado en evidencia científica, proporcionó herramientas prácticas para estructurar entrenamientos efectivos que maximizaran los resultados deportivos.

Asimismo, Thiess, Tschiene y Nickel (2004) realizaron contribuciones importantes en este campo analizando respecto a cómo las variaciones planificadas en el volumen y la intensidad impactaron en el rendimiento físico. Según sus publicaciones, fue esencial adaptar los programas de entrenamiento a las características del atleta de élite, a las demandas específicas del deporte y a los objetivos de cada temporada. Con el esquema de periodización tradicional, bajo la modalidad de altas cargas, Thiess, Tschiene y Nickel (ob.cit) profundizaron en enfoques como la periodización tradicional y ondulante destinadas a atletas de alto nivel, destacando que ambos modelos pudieron ser efectivos si se aplicaron de manera adecuada.

Finalmente, fue relevante mencionar el modelo de macrociclo tradicional australiano desarrollado por Bill Nelson citado por Navarro, et al, (2010), quien planteó que este modelo, con una duración de 20 semanas, estuvo diseñado principalmente para la preparación previa a competencias clave y se organizó en cinco mesociclos bien definidos. Los dos primeros mesociclos se centraron en el desarrollo de la resistencia aeróbica, incluyendo subcategorías como la resistencia aeróbica extensa, media e intensa.

Durante estas fases, el volumen total semanal pudo alcanzar hasta 100 kilómetros, seguido de períodos de descarga significativos tras alcanzar los picos de volumen. Posteriormente, el tercer mesociclo marcó un punto de inflexión con una reducción del volumen total y un aumento del trabajo anaeróbico. Finalmente, los últimos dos mesociclos se enfocaron en el desarrollo de velocidad, potencia aeróbica y trabajo anaeróbico láctico. Las semanas previas a la competencia se dedicaron al ajuste competitivo y al entrenamiento de ritmo de prueba. Este modelo aseguró un equilibrio entre volumen e intensidad, permitiendo que los deportistas llegaran a su mejor forma física y técnica en el momento adecuado.

En síntesis, la periodización de cargas regulares, sustentada por las

investigaciones de estos autores, representó una herramienta fundamental para la planificación del entrenamiento deportivo. Su aplicación no solo optimizó el rendimiento, sino que también minimizó el riesgo de lesiones, garantizando así la sostenibilidad del rendimiento a lo largo de las diferentes etapas del ciclo deportivo.

Cargas Integradas: Periodización por Macro ciclos Integrados

Los entrenadores rusos desarrollaron la periodización por bloques en los años 80, inicialmente para mejorar el rendimiento de nadadores que no obtenían buenos resultados con la periodización tradicional. Este método buscaba evitar la fatiga y respuestas conflictivas del entrenamiento mixto mediante ciclos de alta concentración en ejercicios específicos. Issurin y Kaverin citados por Navarro, et al. (2010) aplicaron el modelo al canoa-kayak. Simultáneamente, Bondarchuk (1979) creó una versión para lanzadores de martillo. Aunque fue popular en el deporte actual, existieron pocas publicaciones que profundizaran en su teoría y aplicación.

La periodización por macrociclos integrados representó un enfoque avanzado en la planificación del entrenamiento deportivo, diseñado para optimizar la interacción entre distintas capacidades físicas como la fuerza, la resistencia y la velocidad. Este modelo se basó en la organización estructurada de las cargas de entrenamiento, con énfasis en la integración secuencial de diferentes objetivos, minimizando la interferencia entre ellos.

En este contexto, Issurin y Lustig (2008), presentaron un modelo innovador para el entrenamiento aeróbico de alta intensidad. Este enfoque se basó en la segmentación del entrenamiento en bloques altamente especializados, cada uno diseñado para desarrollar una capacidad específica antes de avanzar al siguiente objetivo. Según los autores, este modelo permitió un desarrollo más eficiente de las capacidades aeróbicas al reducir el riesgo de fatiga crónica y maximizar las adaptaciones fisiológicas.

Por otro lado, la periodización inversa, asociada principalmente ganó popularidad en deportes de resistencia como el ciclismo, la natación y el atletismo. Este enfoque invirtió la secuencia tradicional de periodización, comenzando con entrenamientos de alta intensidad y menor volumen, y progresando hacia fases de menor intensidad y mayor volumen a medida que se aproximaba la competencia. Este modelo fue particularmente

efectivo en disciplinas donde la capacidad de soportar esfuerzos máximos durante competencias clave fue crucial.

Igualmente, fue relevante la contribución de Koshkin (1985) con el diseño del macrociclo ruso para fondistas. Este modelo propuso una planificación secuencial que priorizó inicialmente el desarrollo de la fuerza y, posteriormente, el de la resistencia, evitando así la interferencia entre ambas capacidades. Durante el mesociclo de fuerza, se programaron 11 horas semanales de entrenamiento, mientras que en el mesociclo de resistencia esta carga se redujo a 5 horas. Según Koshkin (ob.cit), esta alternancia en las cargas no solo optimizó el rendimiento, sino que también minimizó la competencia entre adaptaciones fisiológicas, garantizando un desarrollo equilibrado de las capacidades fundamentales para los atletas de fondo.

Finalmente, fue importante mencionar el macrociclo tradicional australiano, desarrollado por Bill Nelson, como un ejemplo destacado de macrociclo integrado. Este modelo, con una duración de 20 semanas, constó de cinco mesociclos bien definidos. Los dos primeros mesociclos se enfocaron en el desarrollo de la resistencia aeróbica, alcanzando volúmenes semanales de hasta 100 kilómetros. Posteriormente, a partir de la semana 15, se redujo el volumen total y se priorizaron aspectos como la intensidad anaeróbica y la velocidad.

En las últimas semanas, se realizó un ajuste competitivo, asegurando que los atletas llegaran en su mejor forma física y técnica a las competencias clave. Este enfoque destacó por su capacidad para equilibrar volumen e intensidad a lo largo del ciclo, maximizando el rendimiento.

En conclusión, la periodización por macrociclos integrados, con contribuciones de autores como: Issurin (2008), Koshkin (1985) citados por Navarro, et al, (2010) ofrecieron modelos efectivos para estructurar cargas de entrenamiento de manera sistemática y científica. Su aplicación permitió a los entrenadores planificar y optimizar el rendimiento deportivo, adaptándose a las necesidades específicas de cada disciplina y a las demandas individuales de los atletas.

Si bien no se dispone del documento original de Koshkin (1985), cito a la fuente secundaria donde se menciona a Arroyo-Toledo, J. J., & González-Ravé, J. M. (2011) como fuente secundaria.

A continuación, se detalló una variante sobre 13 semanas llamada, periodización por faces o bloque con objetivos específicos y fue el plan de entrenamiento diseñado por Guoyi Xu, entrenador nacional de la Asociación China de Natación. Guoyi preparó a los atletas para los Juegos Olímpicos de Londres.

El programa inició con cuatro semanas de entrenamiento en altitud en Yunnan (1880 m). El objetivo principal de esta fase fue mejorar la capacidad aeróbica y desarrollar reservas físicas generales. Las sesiones incluyeron ejercicios prolongados de resistencia y acondicionamiento físico integral. En la quinta semana, los atletas realizaron una transición a nivel del mar en Beijing. Esta etapa tuvo como propósito ajustar las funciones corporales tras el entrenamiento en altitud. Las actividades se caracterizaron por su baja intensidad, enfocándose en la recuperación y la movilidad.

Durante las semanas seis a ocho, el entrenamiento se centró en el desarrollo de habilidades específicas en Beijing. El objetivo principal fue perfeccionar las capacidades necesarias para la competencia, incluyendo velocidad, técnica y estrategias de carrera. Se implementaron entrenamientos de alta intensidad, simulaciones de competencias y trabajos técnicos especializados. La semana nueve se dedicó al tapering en Beijing. En esta etapa, se buscó restaurar las funciones corporales y eliminar la fatiga acumulada. Las sesiones redujeron el volumen de entrenamiento, pero mantuvieron la intensidad necesaria para conservar la preparación competitiva.

En la décima semana, se realizó un entrenamiento de velocidad previo a la competencia. El objetivo fue perfeccionar el ritmo y la velocidad de los atletas mediante sprints cortos y ejercicios específicos diseñados para alcanzar el estado competitivo ideal. Las semanas once y doce estuvieron destinadas al ajuste previo a la competencia en Bath, Inglaterra.

Esta fase tuvo como propósito ajustar las funciones corporales y consolidar el estado competitivo de los atletas. Se utilizaron sesiones de intensidad controlada, técnicas de recuperación y actividades enfocadas en la preparación mental. Los últimos cinco días se llevaron a cabo en la Villa Olímpica, donde se realizó el ajuste final antes de la competencia. El objetivo fue lograr el pico de rendimiento físico y mental mediante descanso estratégico, ajustes técnicos y revisión de tácticas competitivas. La estructura por fases permitió una progresión lógica y eficaz, adaptada a las necesidades físicas y

psicológicas de los atletas. Este enfoque garantizó que los deportistas alcanzaran su máximo potencial en el momento clave de la competencia.

Cargas Concentradas: Planificación por Bloques.

La periodización por cargas concentradas, un enfoque de entrenamiento desarrollado por destacados entrenadores expertos como: Gennadi Touretski y Frank Busch, demostró ser una estrategia altamente eficaz para optimizar el rendimiento deportivo. Al concentrar las cargas de entrenamiento en períodos específicos, este método permitió una adaptación más rápida y eficiente a los objetivos de competición. Este enfoque, caracterizado por su alta especialización y duración reducida, fue implementado con éxito en disciplinas como la natación y el atletismo. Diversos entrenadores e investigadores desarrollaron modelos destacados en este ámbito, como Gennadi Touretski, Barry Prime, Bud McAllister y Frank Busch, quienes contribuyeron con propuestas innovadoras y ampliamente utilizadas en el deporte de alto rendimiento.

En primer lugar, el modelo diseñado por Gennadi Touretski, conocido como el macrociclo para velocistas, fue implementado con éxito en nadadores de élite como Alexander Popov y Michael Klim. Este macrociclo tuvo una duración de 12 semanas y se organizó en mesociclos cortos de 2 a 3 semanas. Su característica principal fue una tendencia ondulatoria descendente en el volumen de entrenamiento, acompañada de un incremento en la intensidad y la especificidad técnica. De acuerdo con Navarro, et al. (2010) "este modelo permite preparar a los atletas para competencias de velocidad mediante el ajuste estratégico de las cargas, asegurando un alto nivel de rendimiento en períodos competitivos". (p. 198)

Por otro lado, Barry Prime propuso un macrociclo corto de 7 semanas, diseñado para la etapa final de una temporada competitiva, particularmente tras pruebas de selección. Este modelo combinó tres enfoques principales: aeróbico, anaeróbico y velocidad, estructurados en una progresión clásica que priorizó el equilibrio entre carga y recuperación. Inicialmente, se utilizó un enfoque aeróbico para establecer una base sólida de resistencia, seguido por una fase anaeróbica destinada a mejorar la tolerancia y producción de lactato.

Finalmente, se incorporó un trabajo específico de velocidad, centrado en la técnica y la eficiencia bajo condiciones de alta intensidad. Según Navarro, et al. (ob.cit), "este modelo destaca por ajustar los volúmenes e intensidades en cada etapa, manteniendo una atención constante a los aspectos técnicos y competitivos hacia el final del ciclo" (p. 199). Esta metodología resultó especialmente útil para preparar al deportista en un periodo breve para competiciones importantes.

Otro enfoque destacado fue la estrategia de la doble puesta a punto, desarrollada por entrenadores de renombre como Bud McAllister y Frank Busch. Esta metodología buscó optimizar el rendimiento en dos momentos clave de la temporada mediante una planificación detallada dividida en fases específicas de seis semanas. Durante la primera semana, se priorizó la recuperación y la transición, permitiendo a los atletas asimilar las cargas previas. En las semanas dos y tres, se introdujo una carga moderada de entrenamiento, con intensidades que oscilaron entre el 75% y el 85% de la carga máxima habitual, ajustadas según las características del atleta.

En el caso de nadadores de larga distancia o mujeres, las intensidades pudieron incrementarse hasta un 90%-95%, dependiendo de su nivel de adaptación. Durante las semanas cuatro y cinco, el enfoque se centró en el afinamiento técnico y la reducción gradual del volumen, mientras que la sexta semana estuvo dedicada a ajustes finales, incluyendo preparación mental y técnica específica. Este enfoque fue implementado con éxito por entrenadores como Jacco Verhaeren, quien lo aplicó en el equipo nacional australiano durante los Juegos de la Commonwealth 2018, y por figuras como Frank Busch en el sistema universitario estadounidense. Casos destacados, como el de Zac Stubblety-Cook, demostraron la efectividad de esta estrategia, que le permitió obtener una medalla olímpica en Tokio 2021.

Los modelos de periodización mediante cargas concentradas, como los desarrollados por Touretski, Prime y McAllister, ofrecieron estrategias altamente especializadas que se ajustaron a las demandas específicas de cada atleta y disciplina. La inclusión de enfoques técnicos, ajustes de volumen e intensidad, y una atención rigurosa al equilibrio entre carga y recuperación, garantizaron un alto nivel de rendimiento competitivo. Las contribuciones de autores como Navarro, et al. (ob.cit) ofrecieron un marco teórico sólido para comprender y aplicar estas metodologías de manera efectiva

en el deporte de alto rendimiento. Según Navarro, et al. (ob.cit), el modelo de macrociclo en un plan anual pudo variar según las necesidades del entrenamiento y la proximidad de las competencias. Fue común combinar macrociclos de diferentes tipos para optimizar el rendimiento.

El macrociclo ATR fue un modelo de periodización de cargas acentuadas, derivadas de la planificación por bloques que organizó el entrenamiento en tres bloques diferenciados: acumulación, transformación y realización. Este enfoque, basado en el uso de unidades de carga específica (UCE), se centró en aplicar cargas altamente concentradas para trabajar capacidades específicas u objetivos concretos.

El diseño del macrociclo ATR siguió dos principios fundamentales. Primero, la concentración de cargas de entrenamiento, que implicó reducir el número de contenidos trabajados simultáneamente, identificar combinaciones compatibles y emplear el tiempo óptimo en mesociclos especializados. Segundo, el desarrollo consecutivo de capacidades, que se basó en la secuenciación de mesociclos según los efectos residuales de entrenamientos previos, asegurando una progresión lógica y eficiente.

La estructura del macrociclo ATR permitió planificar el entrenamiento de manera racional y dinámica, optimizando el rendimiento a través de un enfoque específico y progresivo. Fue una alternativa eficaz al modelo tradicional, adecuada para diversos deportes y adaptada a los objetivos de un plan anual.

Sus siglas representaron una etapa de Acumulación de trabajo (A) con contenidos menos específicos, una de transformación de contenidos generales a específicos (T) y una de realización, que fue la super compensación antes de la realización de resultados (R).

El sistema de bloques según Verkhoshansky (2002) fue una metodología de planificación del entrenamiento deportivo diseñada para mejorar el rendimiento atlético de manera progresiva y estructurada. Se dividió en tres bloques principales: A, B y C, cada uno con objetivos y características específicas que contribuyeron al rendimiento máximo en competencias. El autor citado detalló la estructura de su propuesta:

Bloque A: Su propósito fue desarrollar la fuerza y la resistencia muscular local, estableciendo las bases fisiológicas necesarias para las fases posteriores. En este bloque predominaron ejercicios generales, enfocados en adaptaciones fisiológicas clave,

con cargas diseñadas para trabajar a velocidades correspondientes al umbral anaeróbico.

Bloque B: Orientado a simular y adaptar al organismo a las condiciones específicas de la competencia. Las cargas aumentaron en intensidad y especificidad, incluyendo escenarios prácticos que reprodujeron las demandas competitivas, preparando al atleta para soportar estas exigencias.

Bloque C: Cuyo objetivo fue alcanzar la velocidad récord (V_{rec}) en condiciones competitivas. Las cargas se concentraron en maximizar el rendimiento mediante ejercicios de alta intensidad con recuperaciones controladas. En esta fase se priorizó el trabajo competitivo y la optimización del rendimiento.

Este sistema fue una herramienta esencial para estructurar el entrenamiento, asegurando una progresión eficiente y sostenible. Cada fase contribuyó al rendimiento máximo, optimizando el desarrollo físico y técnico hacia el momento crucial del ciclo deportivo.

Comparación con otros Métodos

Elementos comunes con el MI6 de alguno de los Modelos

El modelo ultracorto por estudiar compartió algunas similitudes con modelos de entrenamiento establecidos, por otras estrategias ampliamente reconocidas. Ambos enfoques integraron métodos basados en evidencia científica, como el entrenamiento por intervalos, el entrenamiento polarizado y la periodización, garantizando una combinación óptima de estímulos que maximizaron las adaptaciones fisiológicas específicas del atleta (Dalamitros, et al. 2016 y Pla, et al. 2019).

La estructuración en bloques cortos fue otro punto en común entre el modelo MI6 y las recomendaciones de Issurin (2008). Esta estrategia permitió trabajar de manera focalizada en aspectos clave del rendimiento, como fuerza, velocidad y técnica, mientras se incorporaron períodos de recuperación activa o pasiva. Esto aseguró que el atleta pudiera adaptarse de manera progresiva y sostenida a las demandas del entrenamiento.

Ambos enfoques también compartieron el principio de sobrecarga progresiva, un

componente esencial para la mejora continua del rendimiento sin riesgo de fatiga excesiva o lesiones. Tal como lo propusieron Fleck & Kraemer (2004), la progresión gradual en intensidad, volumen y densidad de la carga aseguró adaptaciones óptimas y previno el estancamiento en el desarrollo del atleta.

La personalización a través de zonas de intensidad específicas fue una característica central de ambos modelos. Estas zonas, que incluyeron trabajo técnico, ritmo competitivo y sprints, permitieron individualizar las adaptaciones fisiológicas según las necesidades del atleta, siguiendo recomendaciones de expertos como Mujika & Chatard (1996) y Costill, et al. (1992). Esto aseguró un enfoque preciso en cada etapa del entrenamiento.

En conjunto, el MI6 y los enfoques establecidos demostraron la importancia de integrar métodos probados con estrategias personalizadas y progresivas, optimizando el rendimiento de los atletas y abordando las demandas específicas de disciplinas como la natación de velocidad. Se diferenció de ellos, en que el MI6 fue una estrategia completamente autónoma, respecto a las estrategias de aplicación de carga, utilizados en la estructura anterior al macrociclo.

El Macrocielo Integrado de seis semanas, encontró muchas similitudes con el modelo de Bud McAllister y Frank Busch, quizás como en ningún otro de los modelos anteriores. Ambos buscaron un retaper y optimizar el rendimiento en seis semanas, pero la estrategia de aplicación de cargas fue diferente. El MI6 encontró más similitudes con el PDC de Alcides Zagarra, respecto a la especificidad de contenidos de entrenamiento, mientras que McAllister, priorizó un enfoque más tradicional. Asimismo, no dependió de las estructuras anteriores, como sí lo hizo el modelo de Double Peaking.

Elementos distintos entre el MI6 y alguno de los Modelos

Diferencias:

1. *Duración del Modelo:* El MI6 se enfocó en un mesociclo ultracorto de 6 semanas, mientras que los modelos tradicionales, como los de Bompa (2016) y Matveyev (2001), estructuraron el entrenamiento en ciclos a largo plazo, generalmente divididos en

macrociclos, mesociclos y microciclos que pudieron extenderse durante toda una temporada o año.

2. *Población Específica*: A diferencia de los modelos generales diseñados para aplicarse a una amplia gama de deportes y atletas, el MI6 estuvo exclusivamente orientado a nadadores velocistas de élite, lo que implicó un enfoque especializado adaptado a las necesidades y características de esta disciplina particular.

3. *Uso de Tecnología Avanzada*: La investigación introdujo un enfoque intensivo en el uso de herramientas tecnológicas como GPS, cronómetros y encoders para evaluar y medir el rendimiento de manera precisa. Este aspecto tecnológico no fue común en los modelos clásicos, que generalmente se apoyaron en métodos más tradicionales de evaluación.

4. *Integración de Componentes Condicionales*: El proyecto combinó en un marco integrado fuerza, velocidad y técnica, utilizando un enfoque cuasiexperimental para analizar las interacciones entre estos factores. Los modelos tradicionales, aunque incluyeron componentes similares, solieron tratarlos de forma más segmentada y con menor énfasis en la interrelación cuantitativa entre ellos.

5. *Individualización y Estructura Específica*: La investigación doctoral propuso ajustes intensivos y personalizados en la planificación del entrenamiento, adaptándose al perfil individual de cada nadador. En contraste, los modelos tradicionales, como el de Issurin (2008), tendieron a seguir estructuras estandarizadas que se adaptaron a poblaciones más amplias y objetivos generales.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describió el soporte epistemológico, tipo de investigación, métodos, metodología: técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección y análisis de la información requerida, selección de población y muestra. La metodología de investigación, como señaló Balestrini (2003), es el conjunto de procedimientos lógicos y técnicos que guían el proceso de investigación. Al seguir una metodología rigurosa, los investigadores pudieron garantizar la validez y la confiabilidad de sus resultados, permitiendo así avanzar en el conocimiento científico.

Enfoque Epistemológico de la Investigación

El presente estudio, enmarcado en una epistemología positivista, buscó analizar el impacto del entrenamiento de fuerza en el rendimiento óptimo y éxito competitivo de nadadores velocistas de élite. Siguiendo a Leal (2005), se adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando instrumentos de medición objetivos para evaluar las variables de interés. Al mantener una postura neutral y objetiva, se buscó generar conocimiento válido y confiable sobre la relación entre el entrenamiento de fuerza y el rendimiento deportivo.

El positivismo, como corriente epistemológica, marcó profundamente la investigación científica en las últimas décadas. Siguiendo a Leal (ob.cit.), el investigador positivista buscó establecer una relación objetiva y distante con el fenómeno estudiado, reduciendo la realidad a variables cuantificables y estableciendo relaciones causales lineales. Si bien este enfoque permitió grandes avances en diversas disciplinas, fue objeto de críticas por su rigidez y su incapacidad para capturar la complejidad de los fenómenos sociales.

En tal sentido, el positivismo, con su énfasis en la objetividad y la medición, fue el paradigma dominante en la investigación científica durante mucho tiempo. Los positivistas buscaron copiar la realidad de manera objetiva, sin que el investigador

influyera en los resultados. Esta perspectiva llevó a grandes avances en el conocimiento del mundo natural.

Es importante destacar, que la investigación se basó en un enfoque lógico y deductivo, donde las hipótesis se probaron a través de la recolección y análisis de datos cuantitativos, siguiendo un proceso ordenado y sistemático. El enfoque cuantitativo buscó eliminar la subjetividad del investigador, utilizando instrumentos y procedimientos estandarizados para garantizar la objetividad de los resultados. En línea con Sandin (2003), esta investigación buscó un conocimiento objetivo y controlado, donde el investigador mantuvo una distancia del objeto de estudio y utilizó instrumentos de medición precisos para garantizar la fiabilidad de los resultados.

Posición Metodológica Cuantitativa

La presente investigación se enmarcó en una tesis doctoral cuyo objetivo principal fue generar un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas que combinara ejercicios de fuerza, técnica y velocidad para mejorar el rendimiento de nadadores velocistas de élite del club regatas lima, Perú, en la competición inmediata posterior a la intervención. Siguiendo a Finol de Navarro y Nava de Villalobos (1996), este estudio buscó generar conocimiento original y relevante en el campo de la ciencia del deporte, contribuyendo así al avance de la disciplina.

Al respecto, señalaron Hurtado y Toro (1998), citando a Moreno, que el conocimiento científico es un constructo social que se desarrolla en un contexto histórico y cultural específico, influenciado por las relaciones económicas y sociales. De manera que los paradigmas de investigación, como señaló Martínez (1991), son conjuntos de creencias y reglas que guían la actividad científica. Estos marcos conceptuales determinaron qué preguntas son relevantes, qué métodos son apropiados y cómo se interpretan los resultados. En este sentido, el paradigma positivista, que priorizó la objetividad y la cuantificación, fue dominante en muchas disciplinas científicas.

Este estudio se presentó sustentado en el paradigma empírico positivista, el cual adoptó un enfoque cuantitativo, caracterizado por la medición precisa de variables y el análisis estadístico de los datos. Siguiendo una lógica positivista, se buscó generar

conocimiento objetivo y verificable, basado en la observación empírica y la cuantificación de fenómenos. Al utilizar instrumentos validados y confiables, se pretendió minimizar el sesgo y garantizar la replicabilidad de los resultados. En el mismo orden de ideas, el estudio estuvo apoyado en una investigación de campo, nivel descriptivo, diseño no experimental, método deductivo.

Por otra parte, la presente investigación adoptó un diseño no experimental, siguiendo los lineamientos establecidos por Palella y Martins (2006), en este tipo de diseño, el investigador se limitó a observar y describir los fenómenos tal como se presentaron en su contexto natural, sin manipular las variables. Esta aproximación permitió obtener una visión más realista y contextualizada del fenómeno en estudio.

Tal como indicó la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2022), este diseño de investigación permitió al investigador tener un contacto directo con la realidad estudiada, lo que facilitó la recolección de datos precisos y relevantes.

En cuanto al nivel de investigación fue descriptivo, siguiendo a Duarte y Parra (2012), este tipo de diseño permitió caracterizar y comprender el fenómeno de estudio en su contexto natural, a través de la medición de variables relevantes. De esta manera, se obtuvo una visión detallada del entrenamiento integrado de seis semanas que combinó ejercicios de fuerza, técnica y velocidad para mejorar el rendimiento de nadadores velocistas de élite y se identificaron los factores que influyeron en su ocurrencia.

En este mismo orden de ideas, los autores antes señalados plantearon que el método deductivo otorgó un papel central a la teoría, ya que las hipótesis de investigación se derivaron directamente de los principios teóricos establecidos.

Población y Muestra

Población

La población del proyecto incluyó a todos los individuos que compartieron una característica observable común, permitiendo generalizar los resultados. Durante la fase de diseño de cualquier estudio, fue esencial determinar el tamaño adecuado de la

población y de la muestra necesaria para su realización. omitir este paso pudo resultar en una cantidad insuficiente de sujetos, lo que impidió una estimación precisa de los parámetros y la identificación de diferencias significativas, incluso si estas existieron.

En tal sentido, y en palabras de Arias, (2016), la población es "un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación" (p. 81). En el caso de la presente investigación, la población estuvo conformada por un número de doce (12) nadadores velocistas de elite del Club Regatas Lima sede Chorrillo, en el distrito del mismo nombre, en la ciudad de Lima, Perú.

Muestra

La muestra es una parte representativa de la población que se investigó. Para Palella y Martins, (2010): "la muestra representa un subconjunto de la población, accesible y limitado sobre el que realizamos mediciones o el experimento, con la idea de obtener conclusiones generalizables de la población" (p. 106). En opinión de Arias, (ob. cit.) la muestra es "un subconjunto representativo y finito que se extrae de una población accesible" (p. 83).

La muestra en el presente proyecto de investigación estuvo comprendida por la totalidad de los sujetos de la población, como fueron los doce (12) nadadores de elite del Club Regatas de Lima. Por lo tanto, la muestra se consideró como censal, razón por la cual se seleccionó el 100% de la población al considerarla un numero manejable de sujetos. En este sentido, Ramírez (1999) la estableció como aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra.

Las características predominantes de la muestra fueron comparadas contra sí mismas, al inicio, durante y al final de la intervención, siendo este último dato, vinculante con la hipótesis: atletas nadadores de elite pertenecientes al Club Regata de Lima y excelente disposición a colaborar con la investigación a que se realizara con el mayor de los éxitos.

Sistema de Variables

Las variables fueron definidas por Arias (2016), como "una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación" (p. 57). A partir de este concepto, las variables formuladas para el presente estudio de investigación se derivaron directamente de los objetivos específicos del estudio.

Variables por Medir: Se definieron las variables dependientes, como el rendimiento en términos de segundos y centésimas en carreras de velocidad, potencia lactácida, fuerza muscular. Se consideraron variables adicionales como la percepción de fatiga, la motivación de los atletas, y la tasa de lesiones. Se realizaron mediciones antes y después del período de entrenamiento de seis semanas para ambas variables dependientes. Se utilizaron herramientas de medición precisas y fiables, como cronómetros de alta precisión, pruebas de laboratorio y cuestionarios validados.

Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Perspectiva Cuantitativa

Toda vez que se delimitó ya la direccionalidad epistémica, con la cual se desarrolló la investigación, se hizo necesario aclarar la técnica e instrumentos de recolección de la información para procesar los datos y emitir las conclusiones pertinentes. Recolectar los datos implicó para Hernández, Fernández y Baptista (2014), "elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico" (p. 198). Este plan pudo incluir: ¿Cuáles son las fuentes de donde vamos a obtener los datos?, ¿En dónde se localizan tales fuentes?, ¿A través de qué medio o método vamos a recolectar la información? Una vez recolectados los datos, ¿De qué forma vamos a prepararlos para que puedan analizarse y respondamos a la problemática de investigación?

En cuanto a las técnicas, para Balestrini (2003), "...éstas son diversas según el objeto a que se apliquen y no se excluyen entre sí" (p. 145). Para el caso de

investigaciones que introducen el tipo de campo, necesariamente debieron situar, aquellas denominadas técnicas vivas o de relaciones individuales o de grupo, que se dedicaron a la observación de la realidad y exigieron respuestas directas de los sujetos estudiados; donde a partir de una muestra de individuos, empleando procedimientos estandarizados, se interrogó a las personas en entrevistas orales o por escrito con el uso de encuestas, entrevistas, cuestionarios y cualquier otra de acuerdo a las características de la investigación.

Para Palella y Martins (2010), se entiende como técnicas de recolección de datos a: "las distintas formas o maneras de obtener la información" (p. 115). En opinión de Bavaresco (2001) en cuanto a las técnicas de recolección de datos: "la investigación no tiene significado sin las técnicas de recolección de datos ya que éstas conducen a la verificación del problema planteado" (p. 95). En cuanto el acopio de los datos en el desarrollo del presente proyecto de investigación, se utilizaron como instrumentos las pruebas que se detallan a continuación:

Pruebas Condicionales

Protocolos de Evaluación para la Validación del Modelo MI6

Para validar empíricamente el Modelo de Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6), se implementó una batería comprehensiva de diez protocolos de evaluación, científicamente validados y específicamente seleccionados para cuantificar las adaptaciones en los componentes fundamentales del rendimiento en natación velocista. A continuación, se presenta la descripción metodológica de cada instrumento utilizado:

Test de Rendimiento Competitivo

Este protocolo evalúa el rendimiento en pruebas de 50 y 100 metros estilo libre mediante análisis comparativo de tiempos pre y post intervención en condiciones oficiales de competición. La implementación incluyó cronometraje electrónico homologado (Omega Quantum Aquatics Timer, precisión ± 0.01 s), siguiendo normativa

internacional. Este test constituye la variable dependiente principal para validar la efectividad global del modelo MI6.

Test de Fuerza Máxima

Protocolo diseñado para evaluar la manifestación máxima de fuerza mediante pruebas de una repetición máxima (1RM) en ejercicios específicamente seleccionados por su transferencia al rendimiento en natación: press plano, remo acostado y sentadilla. La implementación siguió procedimientos estandarizados con evaluaciones en tres momentos estratégicos (semana 1, 3 y 6), incluyendo calentamiento progresivo y pausas de recuperación de 5 minutos entre intentos para garantizar la restitución completa del sistema de fosfágenos y maximizar la validez de las mediciones.

Test de Fuerza-Velocidad

Evaluación mediante tecnología Velocity-Based Training (VBT) utilizando encoder lineal (T-Force System, precisión $\pm 0.5\text{mm}$) para cuantificar la velocidad de ejecución a diferentes intensidades relativas (65%, 75%, 85%, 90% 1RM). Este protocolo permite determinar el perfil fuerza-velocidad individual y evaluar adaptaciones neuromusculares específicas, particularmente relevantes para las fases explosivas de la competición.

Test de Capacidad Pliométrica

Protocolo específico para evaluar la potencia explosiva mediante batería de saltos verticales (Abalakov, Counter Movement Jump, Squat Jump) y horizontales, complementados con Push-Ups explosivos. La implementación incluyó plataforma de contacto (Chronojump Boscosystem, precisión $\pm 0.1\text{cm}$) y análisis videográfico. Este test evalúa la transferencia de ganancias de fuerza a manifestaciones explosivas específicas para los componentes acíclicos del rendimiento en natación.

Test de Velocidad Progresiva

Evaluación secuencial de velocidad en distancias incrementales (15, 20, 25, 30, 35 y 40 metros) mediante cronometraje electrónico con células fotoeléctricas (Microgate Witty System, precisión $\pm 0.001\text{s}$). Este protocolo permite analizar el perfil de aceleración, velocidad máxima y capacidad de mantenimiento, estableciendo curvas individuales de rendimiento que reflejan la eficiencia mecánica y metabólica del nadador en diferentes fases de la prueba competitiva.

Test de Queensland (12×25m)

Protocolo estandarizado para evaluar potencia anaeróbica máxima, capacidad anaeróbica y velocidad de umbral de lactato mediante series de 12 repeticiones de 25 metros a máxima intensidad con intervalos controlados. La implementación incluyó cronometraje electrónico y análisis de lactato sanguíneo (Lactate Scout+, precisión $\pm 0.2\text{mmol/L}$). Este test proporciona información crítica sobre la capacidad del nadador para generar y tolerar altas concentraciones de lactato, factor determinante en pruebas de velocidad.

Test de Benchmark (7×200m)

Evaluación progresiva de capacidad aeróbica y umbral anaeróbico mediante series incrementales de 200 metros con intervalos estandarizados. El protocolo incluyó monitorización de frecuencia cardíaca (Polar H10) y análisis de lactato en cada intensidad. Este test permite determinar la eficiencia metabólica y establecer zonas de entrenamiento individualizadas, aspectos fundamentales para optimizar la recuperación y sostener cargas de entrenamiento intensivas.

Test de Race Pace

Protocolo específico para evaluar la capacidad para reproducir y mantener el ritmo

competitivo mediante series controladas a intensidad de competición. La implementación incluyó análisis de splits parciales, frecuencia de brazada y longitud de ciclo. Este test proporciona información sobre la especificidad de las adaptaciones y su transferencia directa a condiciones competitivas.

Test de Resistencia a la Velocidad

Evaluación específica de la capacidad para mantener velocidades máximas en pruebas de 100 metros mediante protocolos de series repetidas con recuperación incompleta. La implementación incluyó análisis de deterioro del rendimiento y capacidad de mantenimiento técnico bajo condiciones de fatiga. Este test evalúa adaptaciones específicas determinantes para el rendimiento en la segunda mitad de pruebas de 100 metros.

Análisis de Eficiencia Técnica

Protocolo multidimensional para evaluar los componentes técnicos fundamentales mediante análisis videográfico subacuático y aéreo (Sony RX0 II, 240fps). La implementación incluyó cuantificación de parámetros biomecánicos clave: tiempos de salida, distancia de deslizamiento, eficiencia de virajes, frecuencia y longitud de brazada, y coordinación técnica. Este análisis permite determinar la transferencia de ganancias condicionales a la optimización técnica, factor crítico para maximizar la eficiencia propulsiva.

Esta batería integral de protocolos evaluativos permitió cuantificar de manera objetiva y multidimensional las adaptaciones generadas por el modelo MI6, proporcionando evidencia robusta sobre su eficacia para optimizar los determinantes específicos del rendimiento en natación velocista.

Pruebas Técnicas

Análisis de Video: Se grabaron sesiones de entrenamiento y competiciones para

analizar la técnica de nado, la eficiencia y frecuencia de brazada, así como los contenidos acíclicos que componen el rendimiento.

Evaluación de la partida, de la técnica subacuática y breakout: Se utilizó cámaras subacuáticas para observar y corregir la técnica durante la fase subacuática del nado y primeras brazadas, acompañadas por el registro de tiempo entre parámetros de inicio y fin.

Pruebas Biomédicas

Medición de Lactato: Se tomaron muestras de lactato en el test de Bechmark sangre según protocolo más en el resto de los test en agua para centrar el concepto en las zonas y prever certezas de resultado. En zonas de potencia (3,4 y 5) se desechó la medición de frecuencia cardíaca por no ser relevante para estas distancia e intensidades.

Análisis de Resultados en Competencias: Se compararon los tiempos y posiciones en competiciones antes y después de la implementación del modelo de entrenamiento, discriminados por indicadores de rendimiento específicos como la eficiencia en los giros y la velocidad de salida a través de videos, sobre protocolos de observación directa y registro cuantitativo.

Validez y Confiabilidad del Instrumento

Validez

La validez, constituye según Hernández, Fernández y Baptista (2014), "el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir" (p. 200). La validez es un concepto del cual pueden tenerse diferentes tipos de evidencia. La evidencia relacionada con el contenido, la evidencia relacionada con el criterio y la evidencia relacionada con el constructo.

La primera se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. La segunda establece la validez de un instrumento al compararlo con algún criterio externo que pretende medir lo mismo. La tercera,

probablemente es la más importante, sobre todo desde una perspectiva científica, y se refiere a qué tan exitosamente un instrumento representa y mide un concepto teórico. Para Hernández, Fernández y Baptista (ob,cit), "La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. (p. 201).

En este sentido, la validación de los instrumentos a aplicar para recabar la información, estuvo en manos del criterio o juicio de cuatro expertos: dos expertos en el área de estudio, uno en Metodología de la Investigación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador y un experto en diseño de instrumentos de recolección de datos; quienes determinaron y verificaron que cada instrumento reuniera los requisitos suficientes en cuanto a pertinencia con el contenido, tendenciosidad y redacción, a los efectos de ser considerados válidos y confiables, en consecuencia, aptos para ser aplicados.

Confiabilidad

La confiabilidad, para Hernández, Fernández y Baptista (2014), se refiere al "grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce resultados iguales" (p. 200). Lo que quiere decir que el instrumento debe arrojar los mismos datos cuando se vuelve a medir la característica en situaciones similares. Para Arias (2016) la calidad de un instrumento y, por ende, de la investigación, puede entenderse entonces tradicionalmente en términos de, por ejemplo, la confiabilidad, que es la medida en que se puede esperar que un instrumento pueda dar el mismo resultado medido cuando se repiten las mediciones.

En relación a la confiabilidad, Ruiz (2002) señala que para que los resultados de un instrumento puedan ser interpretables, es decir, para que tengan significado y valor heurístico es necesario que los mismos sean confiables. No es posible determinar la relación entre dos o más variables si los instrumentos utilizados para medirlas son poco confiables. La confiabilidad, aun cuando no es característica más importante de un instrumento de medición, requiere que se le preste toda la atención que sea necesaria.

Ciertamente, una alta confiabilidad, por sí sola, no garantiza buenos resultados

científicos. Pero, no puede haber buenos resultados científicos sin instrumentos confiables, la confiabilidad es una condición necesaria pero no suficiente para obtener resultados de investigación que sean científicamente valiosos y socialmente útiles.

Procedimientos Metodológicos

Fases metodológicas de la investigación. De acuerdo con el tipo de investigación, se determinaron cuatro (04) fases. Esta secuencia de pasos garantizó que se cumplieran los objetivos planteados y se obtuvieran resultados válidos y confiables.

Fase I. Exploratoria. Consistió en la búsqueda de información y recopilación para obtener la mayor cantidad de insumos que permitieron en primera instancia la elaboración del planteamiento del problema, los objetivos y la justificación. Durante esta fase se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con modelos de entrenamiento en natación, particularmente aquellos enfocados en periodización por cargas concentradas y desarrollo de velocistas de élite.

Fase II. Descriptiva. Se realizó la organización de la información de aquello que en última instancia fue útil para la investigación y lo que no. La lógica aplicada en este proceso de organización permitió la construcción del marco teórico. En esta fase se realizó la producción discursiva de cada uno de los descriptores incluidos en la temática de estudio, estructurando los fundamentos teóricos sobre periodización deportiva, entrenamiento integrado y factores determinantes del rendimiento en natación velocista.

Fase III. Campo. Comprendió la validación y confiabilidad del instrumento para su aplicación a la muestra seleccionada para generar el diagnóstico que dio origen a los resultados del estudio, los cuales se obtuvieron de la aplicación de la estadística descriptiva con el uso de tablas y gráficos para facilitar la visualización de los resultados del estudio. Esta fase incluyó la implementación práctica de los protocolos de evaluación, la recolección sistemática de datos y su procesamiento estadístico.

Fase IV. Generativa. En esta fase se generó y validó un modelo de entrenamiento integrado para el rendimiento óptimo y éxito competitivo de nadadores velocistas de élite. Se desarrolló el Modelo de Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6), estructurando su fundamentación teórica, componentes, secuenciación y parámetros de aplicación,

culminando con la validación empírica de su efectividad a través del análisis de los resultados obtenidos en la fase de campo.

Técnica de Análisis e Interpretación de los Datos

Una vez obtenida la información se procedió a realizar varias etapas que fueron dirigidas a interpretar y discutir los datos recolectados a través de los instrumentos. Al respecto, Bavaresco (2001) expresa que "el investigador deberá llevar a cabo todo un proceso sistematizado, que parte de clasificar los datos, de tal forma que le sea fácil su estudio" (p. 118). Para este proceso, el investigador contó con diversos métodos, siendo uno de los más utilizados para este fin, la estadística descriptiva.

En referencia a la estadística descriptiva Gómez (2003) la define como "una parte de la estadística cuyo objetivo es examinar a todos los individuos de un conjunto para luego describir e interpretar numéricamente la información obtenida" (p. 65). Se pretendió, a través de ella poder simplificar los datos observados para obtener de ellos una información lo más completa posible.

En general este análisis se realizó siguiendo dos importantes pasos: el primero, a través de la construcción de tablas para ordenar y clasificarlos, posteriormente la realización de gráficos para la representación de estos. Con respecto a las tablas, Gómez (ob.cit.) afirma que "las tablas estadísticas consisten en masas estructuradas de datos" (p. 67). Las tablas tuvieron por objetivo describir los datos mostrando los valores o puntuaciones obtenidas para cada variable, esto se reflejó adecuadamente a través de una distribución de frecuencia.

Palella y Martins (2010) afirman que la distribución de frecuencia "es la forma más sencilla de describir cada variable. Supone determinar cuántas observaciones están presentes en cada categoría de respuesta para la variable" (p. 176). Este proceso se conoció como tabulación de los datos, con respecto a su presentación,

Es así como se llegó a la elaboración de los gráficos estadísticos, los cuales son definidos por Gómez (ob.cit.) como "el dibujo del contenido de las tablas estadísticas, para que la información de los mismos se observe a simple vista" (p. 69). En relación a los gráficos del presente estudio, los mismos fueron de tipo barra.

Para Palella y Martins (ob.cit.), un gráfico de barras, también conocido como gráfico de columnas, "es un diagrama con barras rectangulares de longitudes proporcionales al de los valores que representan. Los gráficos de barra son usados para comparar dos o más valores, las barras pueden estar orientadas vertical o horizontalmente" (p. 64). Para la representación final, se utilizaron gráficos tipo pastel, lo cual es una representación visual figurativa que describe conceptos y relaciones; y complementa la estructura diagramática de los resultados obtenidos.

Posterior a esta representación, se realizó un análisis e interpretación de los resultados, lo cual para Palella y Martins (ob.cit.) es donde "la realidad se puede conocer analizando las cualidades de la experiencia como una vía para aprehender la esencia del fenómeno" (p. 31). Es decir, se interpretó cada resultado analizando las cualidades observables dentro del problema en estudio considerando las variables correspondientes.

En este momento de análisis e interpretación de los datos y considerando las variables y dimensiones correspondientes, se procedió a utilizar el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 27. A partir de la base de datos, se calcularon la media, desviación típica, coeficiente de variación: valor mínimo y valor máximo. Con respecto a este coeficiente de Variación (de Pearson) C.V. es necesario especificar que el mismo se constituyó como una medida estadística que informa acerca de la dispersión relativa de un conjunto de datos. Permitió conocer la relación entre la desviación típica de una muestra y su media. Y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$C.V. = (\sigma / |\bar{X}|) 100$$

Donde:

σ = desviación típica.

$|\bar{X}|$ = media positiva aritmética.

Si el Coeficiente de Variación fue menor o igual al 80%, significó que la media aritmética era representativa del conjunto de datos, por tanto, el conjunto de datos fue Homogéneo. Por el contrario, si el Coeficiente de Variación superó al 80%, la media no fue representativa del conjunto de datos, por lo que resultó Heterogéneo.

Este procedimiento se realizó durante todo el análisis e interpretación para los

resultados arrojados por la aplicación de los instrumentos a la muestra constituida por los doce nadadores de elite del Club Regata de Lima.

Implementación del Análisis Estadístico para la Validación del Modelo MI6

Para garantizar el rigor metodológico y la validez de las conclusiones sobre el MI6, se implementó un análisis estadístico multidimensional que permitió no solo verificar la significación de los cambios observados, sino también cuantificar su relevancia práctica y explorar los mecanismos subyacentes a las adaptaciones. La estrategia de análisis se estructuró en una secuencia lógica que progresó desde la caracterización descriptiva hasta la modelización predictiva y el análisis de especificidad:

Estadística descriptiva de las variables de potencia y rendimiento. Se aplicaron métodos sistemáticos para organizar, resumir y presentar informativamente los datos, proporcionando una visión general de las características centrales y de dispersión de todas las variables analizadas. Mediante el cálculo de media, mediana, desviación estándar, rango y percentiles, se estableció el marco referencial para la interpretación contextualizada de los cambios observados.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. La distribución de todas las variables fue evaluada mediante este test estadístico, que determinó si la muestra provenía de una población con distribución normal. Con valores W (rango 0-1) y valores p asociados, se verificó el cumplimiento de los supuestos para análisis paramétricos, considerando significativas las desviaciones con $p<0.05$, lo que permitió fundamentar la elección de pruebas estadísticas subsecuentes.

Prueba t para muestras pareadas. Este test paramétrico permitió evaluar si la media de las diferencias entre mediciones pre-post intervención difería significativamente de cero. Mediante el análisis de valores t, grados de libertad, valores p e intervalos de confianza de las diferencias, se determinó la significación estadística de los cambios inducidos por el programa MI6.

Correlaciones de Pearson. Se cuantificó la asociación lineal entre variables de potencia y rendimiento mediante coeficientes r (rango -1 a +1), valores p e intervalos de confianza. Este análisis permitió identificar relaciones significativas entre la capacidad

pliométrica desarrollada y los parámetros de rendimiento competitivo.

Análisis de regresión lineal. Mediante modelos matemáticos que describieron relaciones entre variables dependientes (rendimiento) y predictores (parámetros de potencia), se cuantificó la capacidad predictiva de la potencia sobre el rendimiento. Los parámetros R^2 , coeficientes β , errores estándar, valores p y estadísticos F proporcionaron información sobre la magnitud y significación de estas relaciones predictivas.

Análisis de tamaño del efecto (d de Cohen). Para superar las limitaciones de la significación estadística, se implementó esta medida estandarizada de la magnitud de las diferencias observadas. Siguiendo la escala convencional ($d < 0.2$: efecto trivial; $0.2 - 0.5$: pequeño; $0.5 - 0.8$: moderado; > 0.8 : grande), se cuantificó la relevancia práctica de los cambios inducidos por el programa.

Análisis comparativo entre 50m y 100m libre. Se evaluaron formalmente las diferencias en relaciones potencia/rendimiento entre ambas distancias, mediante comparación de coeficientes de correlación, valores R^2 , pendientes de regresión y aplicación de transformaciones Z de Fisher. Este análisis permitió determinar la especificidad de las adaptaciones según las demandas energéticas y técnicas particulares de cada prueba.

Análisis por género. Se caracterizaron las diferencias en patrones adaptativos según género, mediante comparación sistemática de medias, correlaciones, coeficientes de regresión y tamaños del efecto. Este enfoque permitió identificar respuestas específicas que fundamentaron la optimización individualizada del entrenamiento.

Esta estrategia analítica integral no solo permitió determinar la eficacia global del modelo MI6, sino también comprender los mecanismos específicos de adaptación, identificar los componentes con mayor transferencia al rendimiento competitivo y establecer las bases para la optimización individualizada del protocolo según las características particulares de cada atleta.

CAPITULO IV

VALIDACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO M16

Este capítulo presenta la validación empírica del Modelo de Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6), diseñado para optimizar el rendimiento de nadadores velocistas de élite en periodos ultracortos. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo con una batería de evaluaciones para analizar las adaptaciones en fuerza máxima, fuerza-velocidad, capacidad pliométrica, velocidad progresiva, capacidad anaeróbica, eficiencia técnica y metabólica, ritmo competitivo y resistencia a la velocidad. El rigor metodológico incluye un diseño cuasiexperimental, instrumentos validados, procedimientos estandarizados y análisis estadístico para determinar la significancia y relevancia de los resultados.

Diseño de Validación Empírica

Diseño General y Relevamiento Estadístico

La validación empírica del modelo MI6 se implementó mediante un diseño cuasiexperimental de campo con mediciones pre-post y enfoque cuantitativo. Este diseño permitió evaluar la efectividad del modelo mediante la aplicación controlada del programa de entrenamiento y la medición de sus efectos en variables específicas, cuantificables y operacionalmente definidas. La elección de un diseño cuasiexperimental respondió a las características particulares de la población estudiada (nadadores de alto rendimiento), donde la aleatorización completa resultaría impracticable. Este enfoque permitió identificar y controlar los factores que pudieran influir en los resultados, a pesar de las limitaciones inherentes a la selección de grupos intactos.

Estrategia de análisis estadístico

El análisis se estructuró siguiendo una secuencia lógica progresiva:

1. *Estadística descriptiva*: Se aplicaron métodos sistemáticos para organizar y resumir los datos, proporcionando información sobre las características centrales y de dispersión de todas las variables analizadas.
2. *Prueba de normalidad Shapiro-Wilk*: La distribución de todas las variables fue evaluada para verificar el cumplimiento de los supuestos para análisis paramétricos.
3. *Prueba t para muestras pareadas*: Se evaluaron las diferencias entre mediciones pre-post intervención para determinar la significación estadística de los cambios inducidos por el programa MI6.
4. *Correlaciones de Pearson*: Se cuantificó la asociación entre variables para identificar relaciones significativas entre las adaptaciones observadas y el rendimiento competitivo.
5. *Análisis de regresión lineal*: Se desarrollaron modelos para cuantificar la capacidad predictiva de las adaptaciones específicas sobre el rendimiento.
6. *Análisis de tamaño del efecto (d de Cohen)*: Se cuantificó la relevancia práctica de los cambios siguiendo la escala convencional ($d < 0.2$: efecto trivial; $0.2-0.5$: pequeño; $0.5-0.8$: moderado; > 0.8 : grande).
7. *Análisis comparativo entre distancias y géneros*: Se evaluaron formalmente las diferencias en relaciones y adaptaciones entre 50m y 100m libre, así como entre hombres y mujeres.

Características de la Muestra

La muestra consistió en 12 nadadores velocistas de élite (6 hombres y 6 mujeres) con experiencia competitiva nacional e internacional. El análisis antropométrico inicial reveló un peso corporal promedio de 68.63 kg ($DE=11.91$ kg), IMC de 21.55 ($DE=2.65$), masa grasa de 23.97% ($DE=8.25\%$), y masa muscular de 32.18 kg ($DE=5.91$ kg).

Se observaron diferencias significativas por género en peso corporal (hombres:

75.62 kg, mujeres: 61.63 kg), masa grasa (hombres: 20.58%, mujeres: 27.36%) y masa muscular (hombres: 34.74 kg, mujeres: 29.62 kg), reflejando diferencias fisiológicas esperadas entre géneros. Tras la intervención, se documentaron cambios significativos en la composición corporal: reducción del peso corporal (-1.41%, p<0.01), IMC (-1.53%, p<0.01), masa grasa (-5.63%, p<0.001), e incremento en masa muscular (+2.14%, p<0.01) y metabolismo basal (+2.27%, p<0.05). A continuación, se presenta la tabla 4, contentiva de la composición corporal:

Tabla 4
Composición Corporal

Variable	Promedio Pre	Promedio Post	Diferencia	Mejora Porcentual
Peso Corporal (kg)	68.63	67.66	-0.97	-1.41%
IMC	21.55	21.22	-0.33	-1.53%
Masa Grasa (MG, %)	23.97%	22.62%	-1.35%	-5.63%
Masa Muscular (MM, kg)	32.18	32.87	0.69	2.14%
Metabolismo Basal (MB)	3.08	3.15	0.07	2.27%

Nota. Tras la intervención, se observó una mejora en la composición corporal, con reducción de grasa y aumento de masa muscular, reflejando adaptaciones positivas en el rendimiento.

Fuente: Elaboración Propia (2025).

Macrociclo Integrado de 6 semanas (M16)

El modelo MI6 no responde a estructuras tradicionales de periodización incluyendo el ATR; en cambio, propone una organización ultracorta, independiente de seis semanas diseñada para maximizar adaptaciones específicas en nadadores velocistas. Este esquema responde a las exigencias contemporáneas del calendario competitivo y a necesidades prácticas como el retaper, la recuperación post-lesión o la preparación dirigida hacia eventos estratégicos.

En este contexto, los tres bloques analizados representan no fases secuenciales de volumen-carga-descarga en el sentido clásico, sino momentos específicos dentro de una curva de intervención de alta especificidad, con funciones claramente diferenciadas y estructuradas para generar adaptaciones significativas y transferibles en corto plazo.

Bloque 1. Evaluación inicial, base técnica y estimulación oxidativa.

El primer bloque tiene un carácter diagnóstico y fundacional. Se orienta en estimular contenidos de base funcional que permita la expresión eficiente de la velocidad en entornos competitivos. Con un volumen semanal de aproximadamente 27,000 metros y una alta presencia de Zona 1 (84.33% y 83.55%), se prioriza la *eficiencia técnica, la recuperación activa y el mantenimiento de la base aeróbica oxidativa*.

Simultáneamente, se activa el sistema oxidativo de forma progresiva mediante un 10% *aproximado en Zona 2/3*, sin comprometer la calidad gestual. Las *Zonas 4 y 5*, aunque cuantitativamente discretas (2.65%–3.27% y ≈3%), tienen una función cualitativa crítica: sensibilizar el organismo a la intensidad específica de prueba y estimular la capacidad de velocidad pura en ambientes controlados. Las sesiones en tierra, además, acompañan este proceso con un aumento proporcional del 28.57% al 33.33%, reflejando una fase de intervención múltiple: técnica, condicional y cognitiva. Seguidamente, se ofrece la tabla 5, la cual contiene la evaluación inicial, base técnica y estimulación oxidativa:

Tabla 5
Evaluación inicial, base técnica y estimulación oxidativa

Microciclo V	Zona 1	Zona 2/3 Complex	Zona 4	Zona 5	Sesiones Agua	Sesiones Tierra	Fuerza Máxima	VBT	Pliometría	Test/Evento
Lunes	5200	0	100	240	2		1			Broken Test
Martes	5200	1200		165	2			1		Velocidad Progresiva
Miércoles	3000				1					
Jueves	5200		300	240	2		1			Queensland
Viernes	500	1400		100	2			1		Benchmark
Sábado	3200		300	100	1					
Volumen x Zona	22300	2600	700	845	10	4	2	2		
Porcentual por Zona	84.33%	9.83%	2.65%	3.20%	71.43%	28.57%				
Volumen Total	26,445									
Microciclo V	Zona 1	Zona 2/3 Complex	Zona 4	Zona 5	Sesiones Agua	Sesiones Tierra	Fuerza Máxima	VBT	Pliometría	Test/Evento
Lunes	5200	0	300	200	2		1			
Martes	5200	1400		165	2			1		
Miércoles	3000		300		1				1	
Jueves	3200	1400		200	2		1			
Viernes	3200			165	2			1		
Sábado	3200		300	100	1					
Volumen x Zona	23000	2800	900	830	10	5	2	2	1	
Porcentual por Zona	83.55%	10.17%	3.27%	3.01%	66.67%	33.33%				
Volumen Total	27530									

Fuente: Elaboración propia (2025).

Bloque 2. Máximo estrés no oxidativo y competencia intermedia

Este bloque central representa el momento de *máximo estrés competitivo y metabólico no oxidativo*, integrado estratégicamente con la competencia de medio término. Aquí, el volumen alcanza su punto más alto (30,665 metros), pero sin perder la coherencia estructural: Zona 1 **se mantiene dominante** ($\approx 88\%$), lo que garantiza la sostenibilidad técnica en medio de cargas más intensas.

El elemento distintivo es el aumento de la Zona 4, que llega a 5.22% en la tercera semana-*Competencia de Medio Término*- y 3.08% en la cuarta. Aunque los porcentajes absolutos siguen siendo bajos, su impacto cualitativo es enorme, ya que implica exposición a ritmos de competencia en sesiones de alta especificidad. Las Zonas 2/3 y 5 oscilan entre 3% y 5%, integrando estímulos coordinativos, ajustes técnicos y activaciones cognitivas. El trabajo en tierra se ajusta dinámicamente según el impacto de la competencia, subiendo hasta 33.33% en la segunda semana del bloque. De acuerdo a la tabla 6, se puede evidenciar los resultados que se obtuvieron del máximo estrés competitivo y metabólico no oxidativo:

Tabla 6
Máximo estrés competitivo y metabólico no oxidativo

Microciclo III	Zona 1	Zona 2/3 Complex	Zona 4	Zona 5	Sesiones Agua	Sesiones Tierra	Fuerza Máxima	VBT	Pilometria	Test/Evento
Lunes	5200	0	300	200	2			1		
Martes	5200	1200		165	2				1	
Miércoles	3000				1					1
Jueves	4000		100	200	1			1		
Viernes	3200		400	100	2				1	
Sábado	3200		400	100	2					
Domingo	3200		400	100	2					
Volumen x Zona	27000	1200	1600	865	12	5	2	2	2	1
Porcentual por Zona	88.05%	3.91%	5.22%	2.82%	70.59%	29.41%				
Volumen Total	30665									
<i>Competición de Medio-Término</i>										
Microciclo V	Zona 1	Zona 2/3 Complex	Zona 4	Zona 5	Sesiones Agua	Sesiones Tierra	Fuerza Máxima	VBT	Pilometria	Test/Evento
Lunes	5200	0	0	200	2			1		
Martes	5200	0		165	2				1	
Miércoles	3000		400		1					1
Jueves	3200	1400		200	2			1		<i>Benchmark</i>
Viernes	3200			165	2				1	<i>Queensland</i>
Sábado	3200		400	100	1					
Volumen x Zona	23000	1400	800	830	10	5	2	2	2	1
Porcentual por Zona	88.36%	5.38%	3.07%	3.19%	66.67%	33.33%				
Volumen Total	26030									

Fuente: Elaboración propia (2025).

Bloque 3-Tapering especializado y cierre competitivo

El bloque final es una fase de *táper altamente funcional*, no de simple descarga, en la que la reducción del volumen (25% y luego 15%) está acompañada por un *mantenimiento de la carga específica* en zonas de intensidad alta. La Zona 1 se expande a 90.87%, lo que responde a los requerimientos de activación precompetitiva y recuperación post-evento, sin sacrificar ritmo ni calidad técnica.

La Zona 2/3 cae a 2.3% y se sitúa estratégicamente al inicio del bloque, mientras que la Zona 4 se usa para ajustes precisos precompetitivos y se cuantifica incluso dentro de la competencia. La Zona 5 se estabiliza en un promedio de 3.6%, con una clara función de activación neuromuscular. La última semana coincide con la competencia final, en la que se contrastan los resultados obtenidos con los tiempos históricos y pre-intervención, cerrando el ciclo con una valoración integral del impacto del programa. En la tabla 7, se reflejan los datos correspondientes al táper altamente funcional:

Tabla 7
Táper altamente funcional

Microciclo V	Zona 1	Zona 2/3 Complex	Zona 4	Zona 5	Sesiones Agua	Sesiones Tierra	Fuerza Máxima	VBT	Pliometría	Test/Evento
Lunes	3200	0		165	2				1	Velocidad Progresiva
Martes	2800	800		100	2				1	
Miércoles	2500		100		1		1			Broken Test
Jueves	2600			200	2					1
Viernes	2400			165	2				1	
Sábado	2000		100	100	1					
Volumen x Zona	15500	800	200	730	10	5	1	2	2	
Porcentual por Zona	89.96%	4.64%	1.16%	4.24%	71.43%	28.57%				
Volumen Total	17,230									
Microciclo V	Zona 1	Zona 2/3 Complex	Zona 4	Zona 5	Sesiones Agua	Sesiones Tierra	Fuerza Máxima	VBT	Pliometría	Test/Evento
Lunes	2200	0	0	200	2			1		
Martes	2000	0		150	2				1	
Miércoles	2000				1				1	
Jueves	2000		0	0	1					
Viernes	2400		200	50	2					Competencia de 100 Metros
Sábado	1600		0	0	2					
Domingo	600		100	0	2					Competencia de 200 Metros
Volumen x Zona	12800	0	300	400	12	3	0	1	2	
Porcentual por Zona	94.81%	0.00%	2.22%	2.96%	80.00%	20.00%				
Volumen Total	13500									

Fuente: Elaboración propia (2025).

Evaluación de Bloques dentro del Modelo

La progresión del trabajo a lo largo del macrociclo integrado de seis semanas presenta un *comportamiento dinámico, preciso y orientado a la especificidad*, que se aleja de las secuencias clásicas de acumulación-transformación-realización. En lugar de escalaronar cargas de manera rígida, el modelo MI6 propone una *dosificación funcional y estratégica*, optimizada para un entorno competitivo comprimido. Este enfoque queda claramente reflejado tanto en los datos cuantitativos (volumen, zonas, sesiones) como en la función cualitativa que cada bloque cumple.

Inicio técnico-condicional y sensibilización oxidativa

Este bloque se caracteriza por una alta carga técnica y oxidativa extensiva. La Zona 1 actúa como espacio de consolidación biomecánica y mantenimiento aeróbico, mientras la Zona 2/3 introduce estímulos oxidativos progresivos. Las zonas específicas (4 y 5) aparecen en dosis mínimas pero controladas, asegurando la activación de ritmos de prueba y velocidad sin fatiga excesiva. El trabajo en tierra acompaña la estimulación condicional inicial, con presencia creciente.

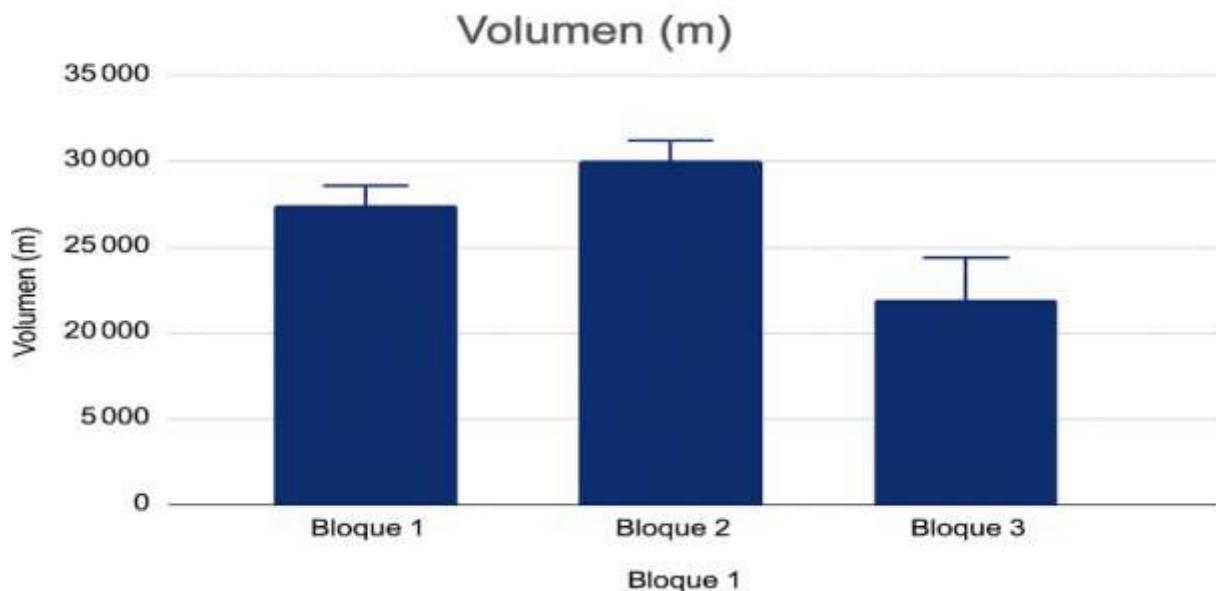
Pico de carga específica y competencia intermedia

El trabajo alcanza aquí su mayor nivel de complejidad. Aunque Zona 1 sigue siendo dominante-asegurando calidad técnica- se intensifica el estímulo específico: *Zona 4 alcanza su punto máximo (5.22%)*, en el marco de la competencia de medio término. La introducción más marcada de esfuerzos de prueba no oxidativos genera un impacto condicional controlado, mientras que las Zonas 2/3 y 5 se mantienen estables con funciones de ajuste metabólico y velocidad cognitiva. Se integran test intra-sesión y el trabajo en tierra sigue modulándose según la exposición competitiva.

Taper funcional y cierre competitivo

Este bloque representa una estrategia de *reducción de volumen con mantenimiento de intensidad específica*, propia de un taper moderno. La Zona 1 domina por completo el volumen, actuando como vehículo de recuperación técnica y activación precompetitiva. La Zona 2/3 desaparece, liberando al organismo de estrés oxidativo innecesario. Las Zonas 4 y 5 se preservan en niveles funcionales: la primera como ajuste competitivo, la segunda como activación neuromuscular explosiva. La carga en tierra se reduce drásticamente, reflejando un cambio hacia un modelo de activación selectiva. A continuación, se presenta el gráfico 1.

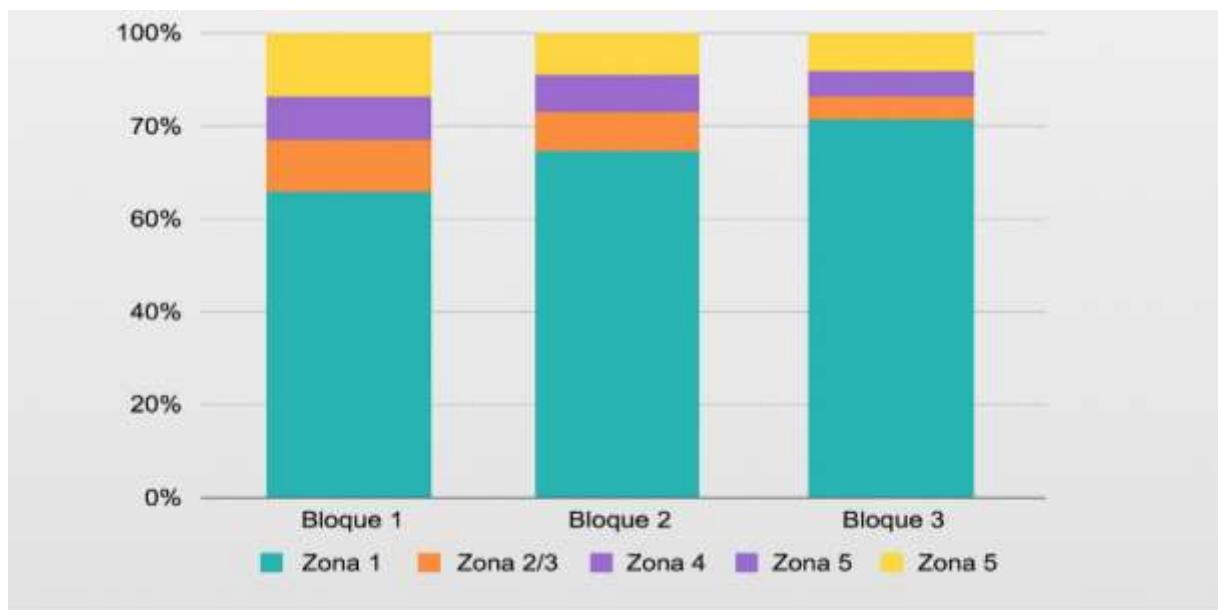
Gráfico 1
Volúmenes por Bloques



Nota. Representación de los volúmenes por bloque.
Fuente: Elaboración propia (2025).

Gráfico 2

Porcentuales de Intensidad por Bloques



Nota. Representación de los volúmenes por bloque.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Conclusión

El modelo MI6 propone una ruptura metodológica respecto a las estructuras tradicionales de planificación, articulando un sistema no lineal de ciclos cortos, intensos y funcionales. Cada bloque cumple una función específica de impacto inmediato, donde la progresión de zonas de intensidad, el ajuste preciso del volumen y el manejo estratégico de las sesiones en tierra configuran una estructura centrada en la especificidad, la transferencia competitiva directa y la eficiencia adaptativa.

Lejos de los enfoques acumulativos, el MI6 opera bajo una lógica intensiva, calibrada y multidimensional, integrando estímulos técnicos, condicionales y cognitivos en lapsos breves, pero altamente efectivos. Su capacidad para generar mejoras significativas en parámetros fisiológicos y de rendimiento en apenas seis semanas lo posiciona como una alternativa científicamente validada, especialmente adecuada para contextos de alta exigencia y calendarios comprimidos, propios del deporte de élite actual.

Variables e Instrumentos de Validación

Para validar empíricamente el modelo MI6, se seleccionaron diez protocolos de evaluación que abarcan los componentes fundamentales del rendimiento en natación velocista:

1. *Análisis Comparativo Pre y Post Intervención*: Evaluación del rendimiento competitivo en 50 y 100 metros estilo libre en condiciones oficiales.
2. *Test de Fuerza Máxima*: Evaluación de 1RM en press plano, remo acostado y sentadilla.
3. *Test de Fuerza-Velocidad*: Evaluación mediante Velocity-Based Training (VBT) utilizando encoder lineal para medir velocidad de ejecución a diferentes intensidades.
4. *Test de Capacidad Pliométrica*: Evaluación de potencia explosiva mediante saltos específicos (Abalakov, CMJ, SJ, Push Ups).
5. *Test de Velocidad Progresiva*: Evaluación secuencial de velocidad en distancias incrementales.
6. *Test de Queensland*: Evaluación de potencia anaeróbica máxima, capacidad anaeróbica y velocidad de umbral de lactato.
7. *Test de Benchmark*: Evaluación progresiva de capacidad aeróbica y umbral anaeróbico.
8. *Test de Race Pace*: Evaluación de la capacidad para reproducir y mantener el ritmo específico de competición.
9. *Test de Resistencia a la Velocidad*: Evaluación específica de la capacidad para mantener velocidades máximas.
10. *Análisis de Eficiencia Técnica*: Evaluación de los componentes técnicos fundamentales.

Resultados Generales

Rendimiento Competitivo Global

Los resultados mostraron mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento tanto en 50 como en 100 metros libre tras la implementación del modelo MI6. Tal como se puede evidenciar en la tabla 8 y 9:

Tabla 8

Comparación de tiempos pre y post intervención en 50 metros

Atleta	Género	TPI (s)	TP (s)	PB (s)	Mejora vs. Pre (%)	Mejora vs. PB (%)
Nadador 1	Femenino	27.89	27.61	27.31	1.00%	-1.10%
Nadador 2	Femenino	28.55	27.85	27.29	2.45%	-2.05%
Nadador 3	Femenino	26.92	26.17	26.02	2.79%	-0.58%
Nadador 4	Femenino	29.41	26.86	27.12	8.67%	0.95%
Nadador 5	Femenino	29.60	29.80	29.02	-0.68%	-2.69%
Nadador 6	Femenino	28.69	27.42	27.57	4.43%	0.54%
Nadador 7	Masculino	25.36	24.00	24.34	5.36%	1.40%
Nadador 8	Masculino	25.45	24.92	24.75	2.08%	-0.69%
Nadador 9	Masculino	27.00	26.05	27.00	3.52%	3.52%
Nadador 10	Masculino	25.87	24.58	24.95	4.99%	1.48%
Nadador 11	Masculino	26.77	24.60	26.77	8.11%	8.11%
Nadador 12	Masculino	25.74	24.68	25.74	4.12%	4.12%
Promedio		27.17	26.08	26.59	4.01%	1.89%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 9

Comparación con mejores marcas personales históricas en 100 metros

Atleta		TPI (s)	TP (s)	PB (s)	Mejora vs. Pre (%)	Mejora vs. PB (%)
Nadador 1	Femenino	59.65	58.42	57.96	2.06%	-0.79%
Nadador 2	Femenino	61.03	59.18	58.94	3.03%	-0.41%
Nadador 3	Femenino	57.31	56.04	55.89	2.22%	-0.27%
Nadador 4	Femenino	62.17	59.54	59.88	4.23%	0.57%
Nadador 5	Femenino	62.84	61.72	61.24	1.78%	-0.78%
Nadador 6	Femenino	60.96	59.37	59.43	2.61%	0.10%
Nadador 7	Masculino	56.47	54.82	55.17	2.92%	0.64%
Nadador 8	Masculino	56.69	55.37	55.28	2.33%	-0.16%
Nadador 9	Masculino	58.86	56.31	57.96	4.33%	2.85%
Nadador 10	Masculino	57.23	55.42	55.85	3.16%	0.77%
Nadador 11	Masculino	58.41	55.94	58.41	4.23%	4.23%
Nadador 12	Masculino	57.53	56.13	57.53	2.43%	2.43%
Promedio		58.93	57.29	58.15	2.79%	1.51%

Fuente: Elaboración propia (2025).

La comparación entre las mejoras en 50m y 100m libre reveló que la mejora porcentual fue significativamente mayor en 50m (4.01%) que en 100m (2.79%), con una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.027$). El análisis de frecuencia mostró que 11 de los 12 atletas (91.7%) mejoraron sus tiempos pre-intervención en 50m libre y la totalidad (100%) lo hicieron en 100m libre. Más significativo aún, en ambas distancias 10 de los 12 participantes (83.3%) superaron sus mejores marcas personales históricas, evidenciando una tasa de éxito excepcionalmente alta para un programa de tan solo seis semanas.

El ANOVA de medidas repetidas para ambas distancias reveló efectos principales significativos del tiempo (pre-post) y del género, pero sin interacción significativa entre tiempo y género, indicando que ambos grupos experimentaron mejoras proporcionales similares tras la intervención.

La implementación del modelo MI6 resultó en mejoras significativas en el rendimiento competitivo de los nadadores, con una mayor progresión en los 50m (-4.01%) en comparación con los 100m (-2.79%). Además, el 83.3% de los participantes superó sus mejores marcas personales, reflejando una notable efectividad en solo seis semanas.

Eficiencia Técnica

Los datos cinemáticos revelaron mejoras significativas en todos los componentes técnicos evaluados. Los nadadores mostraron una mejora promedio del 3.58% en el tiempo total de carrera, con reducciones significativas en los tiempos parciales:

El análisis correlacional evidenció la influencia determinante de los componentes técnicos en el rendimiento global, con asociaciones estadísticamente significativas entre la mejora en tiempo total y la eficiencia de viraje ($r=0.83$), salida ($r=0.78$) y acercamientos ($r=0.72$).

En términos porcentuales, los nadadores masculinos experimentaron una mejora ligeramente superior (3.81%) frente a las nadadoras (3.34%), aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. A continuación, se presentan las tablas 10 y 11, las cuales contienen los datos relacionados con los tiempos de salida y parcial:

Eficiencia en Salidas

Tabla 10

Tiempo de Salida (desde señal de partida hasta 15m)

Categoría	Pre-intervención (s)	Post-intervención (s)	Diferencia (s)	Mejora porcentual
Femenino	6.81	6.54	0.27	3.96%
Masculino	6.75	6.44	0.31	4.59%
Global	6.78	6.49	0.29	4.28%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 11

Tiempo Parcial a los 8m post-salida

Categoría	Pre-intervención (s)	Post-intervención (s)	Diferencia (s)	Mejora porcentual
Femenino	6.67	6.40	0.27	4.05%
Masculino	6.44	6.14	0.30	4.66%
Global	6.55	6.27	0.28	4.28%

Fuente: Elaboración propia (2025).

La mejora promedio en el componente de salida fue del 4.22%, destacando particularmente en el grupo masculino. Estos resultados sugieren una mayor eficiencia en la fase explosiva inicial, mejor entrada al agua y una optimización de la fase subacuática post-salida. Seguidamente, se ofrecen las tablas 12 y 13,

Eficiencia en Virajes

Tabla 12

Tiempo de Viraje (5m pre-pared hasta 15m post-viraje)

Categoría	Pre-intervención (s)	Post-intervención (s)	Diferencia (s)	Mejora porcentual
Femenino	12.29	11.92	0.37	3.01%
Masculino	11.24	10.74	0.5	4.45%
Global	11.76	11.33	0.43	3.66%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 13*Tiempo Parcial a los 8m post-viraje*

Categoría	Pre-intervención (s)	Post-intervención (s)	Diferencia (s)	Mejora porcentual
Femenino	12.05	11.69	0.36	2.99%
Masculino	11.1	10.6	0.5	4.50%
Global	11.58	11.14	0.44	3.80%

Fuente: Elaboración propia (2025).

En las tablas 12 y 13, se observa, la eficiencia en virajes mostró una mejora promedio del 3.69%, siendo más pronunciada en el grupo masculino (4.45%) que en el femenino (3.01%). Esta mejora refleja una ejecución más compacta y eficiente del giro, mejor impulso desde la pared y una fase subacuática más efectiva.

Eficiencia en Acercamientos (5m pre-pared)

Tabla 14*Primer tramo (5m pre-viraje)*

Categoría	Pre-intervención (s)	Post-intervención (s)	Diferencia (s)	Mejora porcentual
Femenino	2.99	2.9	0.09	3.01%
Masculino	3.23	3.09	0.14	4.33%
Global	3.11	2.99	0.12	3.86%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Segundo tramo (5m pre-llega

La eficiencia en acercamientos mejoró un promedio de 3.74% (3.86% en el primer tramo y 3.65% en el segundo), lo que indica una mayor capacidad para mantener la velocidad en los metros previos al viraje y llegada, con menor desaceleración y mejor preparación técnica.

Eficiencia en Desplazamientos (15m post-impulso)

Tabla 15

Primer tramo (15m post-salida)

Categoría	Pre-intervención (s)	Post-intervención (s)	Diferencia (s)	Mejora porcentual
Femenino	9.28	8.93	0.35	3.77%
Masculino	8.01	7.65	0.36	4.49%
Global	8.64	8.29	0.35	4.05%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 16

Segundo tramo (15m post-viraje)

Categoría	Pre-intervención (s)	Post-intervención (s)	Diferencia (s)	Mejora porcentual
Femenino	9.17	8.84	0.33	3.60%
Masculino	7.95	7.6	0.35	4.40%
Global	8.56	8.22	0.34	3.97%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se puede evidenciar en las tablas 15 y 16 que los desplazamientos mostraron una mejora promedio del 4.01%, siendo ligeramente superior en el primer tramo (4.05%) que en el segundo (3.97%). Estos datos evidencian una mayor capacidad para mantener velocidades altas en los tramos de nado puro, con mejor eficiencia propulsiva y menor fatiga técnica.

Tabla 17
Resumen de la eficiencia técnica en natación



Fuente: Elaboración propia (2025).

La eficiencia técnica de los nadadores mejoró significativamente, con una reducción del 3.58% en el tiempo total de carrera. Las mejoras más relevantes se observaron en las salidas (-4.22%), desplazamientos (-4.01%) y virajes (-3.69%), evidenciando una fuerte correlación entre la optimización técnica y el rendimiento global.

Fuerza Máxima

Estadística Descriptiva y Normalidad

Todas las variables mostraron una distribución normal según la prueba de

Shapiro-Wilk ($p > 0.05$), lo que justificó el uso de pruebas paramétricas para los análisis subsiguientes.

Tabla 18
Estadística descriptiva de las variables analizadas

Variable	Media (%)	DE (%)	Mín (%)	Máx (%)
Δ% Press Plano	2.32	2.46	-2.17	6.84
Δ% Remo Acostado	3.14	2.65	-0.82	8.43
Δ% Sentadilla	8.45	4.46	1.23	18.64
Δ% Fuerza Promedio	4.64	2.75	0.91	12.87
Δ% 50m vs. Pre	4.01	2.58	-0.68	8.67
Δ% 50m vs. PB	1.89	2.56	-2.69	8.11
Δ% 100m vs. Pre	2.79	0.85	1.58	4.33
Δ% 100m vs. PB	1.51	0.92	-0.79	4.23

Fuente: Elaboración propia (2025).

Análisis de Diferencias Pre y Post Entrenamiento

Tabla 19
Resultados de la Prueba t Pareada para Fuerza Máxima por Ejercicio

Ejercicio	Pre(kg)	Post(kg)	Diferencia(kg)	%Cambio	t	p	d Cohen
Press Plano	58.64	59.91	1.27	2.32	3.37	0.007**	0.94
Remo Acostado	64.27	66.18	1.91	3.14	4.52	<0.001**	1.31
Sentadilla	80.82	87.78	6.96	8.45	7.38	<0.001**	2.13

Nota: * $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se observa en las tablas 18 y 19, los resultados muestran un patrón jerárquico claro en la magnitud de las mejoras en fuerza: Sentadilla (+8.45%) > Remo Acostado (+3.14%) > Press Plano (+2.32%). Los tamaños del efecto (d de Cohen) fueron grandes para todos los ejercicios, oscilando entre 0.94 para Press Plano y 2.13 para Sentadilla, lo que indica la relevancia práctica de estas mejoras.

Mejoras en Rendimiento Competitivo

Tabla 20

Comparación de tiempos pre y post intervención en 50m libre

Condición	Media (s)	DE(s)	% Mejora	t	p	d Cohen
Pre-intervención	27.17	1.52	4.01%	11.37	<0.001*	1.07
Post-intervención	26.08	1.67				

Nota: *p<0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 21

Comparación de tiempos pre y post intervención en 100m libre

Condición	Media (s)	DE(s)	% Mejora	t	p	d Cohen
Pre-intervención	58.93	1.87	2.79%	9.84	<0.001*	0.88
Post-intervención	57.29	1.92				

Nota: *p<0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 22

Comparación con mejores marcas personales históricas en 50m libre

Condición	Media (s)	DE(s)	% Mejora	t	p	d Cohen
Mejor marca histórica	26.59	1.38	1.89%	9.12	<0.001*	0.74
Post-intervención	26.08	1.67				

Nota: *p<0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 23

Comparación con mejores marcas personales históricas en 100m libre

Condición	Media (s)	DE(s)	% Mejora	t	p	d Cohen
Mejor marca histórica	58.15	1.64	1.51%	7.53	<0.001*	0.53
Post-intervención	57.29	1.92				

Nota: *p<0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

De acuerdo con los datos reflejados en las tablas 20, 21, 22 y 23, se puede inferir que los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento tanto en 50m como en 100m libre tras la implementación del modelo MI6. La mejora respecto a los tiempos pre-intervención fue significativamente mayor en 50m (4.01%) que en 100m (2.79%), con tamaños del efecto grandes en ambos casos ($d=1.07$ para 50m y $d=0.88$ para 100m). También se observaron mejoras significativas respecto a las mejores marcas históricas: 1.89% en 50m y 1.51% en 100m.

Correlación entre Fuerza Máxima y Rendimiento Competitivo

Tabla 24

Matriz de correlaciones entre variables de fuerza y rendimiento en 50m libre

Variable	$\Delta\% 50m$ vs. Pre	$\Delta\% 50m$ vs. PB
$\Delta\%$ Press Plano	0.42	0.38
$\Delta\%$ Remo Acostado	0.64*	0.55*
$\Delta\%$ Sentadilla	0.83**	0.71**
$\Delta\%$ Fuerza Promedio	0.89**	0.76**

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 25

Matriz de correlaciones entre variables de fuerza y rendimiento en 100m libre

Variable	$\Delta\% 100m$ vs. Pre	$\Delta\% 100m$ vs. PB
$\Delta\%$ Press Plano	0.32	0.29
$\Delta\%$ Remo Acostado	0.58*	0.47
$\Delta\%$ Sentadilla	0.76**	0.63*
$\Delta\%$ Fuerza Promedio	0.81**	0.69*

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

En las tablas 24 y 25, los resultados revelan correlaciones positivas entre las mejoras en fuerza máxima y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con un patrón jerárquico similar. En 50m libre, destaca la correlación significativa y fuerte entre el cambio porcentual en sentadilla y la mejora vs. tiempo pre-intervención ($r=0.83$,

$p<0.01$), así como la correlación entre el cambio porcentual promedio en fuerza y la mejora en 50m ($r=0.89$, $p<0.01$). En 100m, las correlaciones son ligeramente menores, pero siguen el mismo patrón, con valores de $r=0.76$ ($p<0.01$) para sentadilla y $r=0.81$ ($p<0.01$) para fuerza promedio.

El remo acostado mostró correlaciones moderadas con la mejora en rendimiento competitivo en ambas distancias ($r=0.64$, $p<0.05$ para 50m; $r=0.58$, $p<0.05$ para 100m), mientras que el press plano exhibió correlaciones débiles y no significativas tanto con la mejora en 50m ($r=0.42$, $p=0.17$) como en 100m ($r=0.32$, $p=0.31$).

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo del cambio en fuerza máxima sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 26

Análisis de regresión lineal - Cambio en fuerza promedio como predictor del rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	0.79	38.67	<0.001**	0.89	$\Delta\%50m = 0.78 + 0.38 \times (\Delta\%Fuerza Promedio)$
Δ%50m vs. PB	0.58	13.72	0.004**	0.76	$\Delta\%50m = -0.23 + 0.31 \times (\Delta\%Fuerza Promedio)$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 27

Análisis de regresión lineal - Cambio en fuerza promedio como predictor del rendimiento en 100m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%100m vs. Pre	0.66	19.25	0.001**	0.81	$\Delta\%100m = 1.23 + 0.25 \times (\Delta\%Fuerza Promedio)$
Δ%100m vs. PB	0.48	9.12	0.013*	0.69	$\Delta\%100m = 0.42 + 0.23 \times (\Delta\%Fuerza Promedio)$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

En relación a los resultados que se reflejan en las tablas 28 y 29, se puede afirmar que los modelos de regresión muestran que el cambio porcentual promedio en fuerza máxima explica el 79% de la varianza en la mejora del rendimiento en 50m vs tiempo pre-intervención ($R^2=0.79$, $p<0.001$) y el 66% en 100m ($R^2=0.66$, $p=0.001$). Las ecuaciones de regresión indican que por cada aumento del 1% en fuerza máxima promedio, se espera un incremento del 0.38% en la mejora del rendimiento en 50m y del 0.25% en 100m respecto al tiempo pre-intervención. En términos prácticos, esto sugiere que por cada 4% de mejora en fuerza máxima promedio, puede esperarse aproximadamente un 1.5% de mejora en el rendimiento en 50m y un 1% en 100m libre.

Análisis por Género

Tabla 28
Correlaciones entre fuerza y rendimiento en 50m libre por género

Variable	Δ%50m vs. Pre (Mujeres)	Δ%50m vs. Pre (Hombres)	Δ%50m vs. PB (Mujeres)	Δ%50m vs. PB (Hombres)
Δ%Press Plano	0.47	0.33	0.42	0.29
Δ%Remo Acostado	0.71*	0.52	0.63*	0.44
Δ%Sentadilla	0.89**	0.78*	0.81**	0.62*
Δ%Fuerza Promedio	0.93**	0.82**	0.84**	0.67*

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 29
Correlaciones entre fuerza y rendimiento en 100m libre por género

Variable	Δ%100m vs. Pre (Mujeres)	Δ%100m vs. Pre (Hombres)	Δ%100m vs. PB(Mujeres)	Δ%100m vs. PB(Hombres)
Δ%Press Plano	0.38	0.22	0.33	0.19
Δ%Remo Acostado	0.63*	0.49	0.52	0.39
Δ%Sentadilla	0.82**	0.71*	0.70*	0.57
Δ%Fuerza Promedio	0.87**	0.74*	0.76*	0.62*

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados que se evidencian en las tablas 28 y 29, indican que el análisis por género revela patrones similares, pero con algunas diferencias notables entre las cuales se encuentran las siguientes:

1. Las correlaciones entre fuerza y rendimiento son generalmente más fuertes en mujeres que en hombres, tanto en 50m como en 100m libre.
2. La sentadilla muestra correlaciones significativas con el rendimiento en ambos géneros y distancias, pero con mayor magnitud en mujeres ($r=0.89$ vs. $r=0.78$ para 50m; $r=0.82$ vs. $r=0.71$ para 100m).
3. El remo acostado presenta correlación significativa con el rendimiento solo en mujeres en ambas distancias ($r=0.71$, $p<0.05$ para 50m; $r=0.63$, $p<0.05$ para 100m).
4. El cambio promedio en fuerza máxima muestra correlaciones significativas con el rendimiento en ambos géneros y distancias, pero con mayor magnitud en mujeres ($r=0.93$ vs. $r=0.82$ para 50m; $r=0.87$ vs. $r=0.74$ para 100m).

Tabla 30

Comparación de la fuerza predictiva del modelo para 50m vs 100m libre

Modelo de regresión	R ² para 50m	R ² para 100m	Diferencia	Z-Fisher	p
Fuerza promedio → Mejora vs Pre	0.79	0.66	0.13	1.91	0.028*
Fuerza promedio → Mejora vs PB	0.58	0.48	0.1	1.55	0.061
Sentadilla → Mejora vs Pre	0.69	0.58	0.11	1.68	0.047*
Remo → Mejora vs Pre	0.41	0.34	0.07	1.33	0.092
Press → Mejora vs Pre	0.18	0.1	0.08	1.24	0.108

Nota: * $p<0.05$

Fuente: Elaboración propia (2025).

La comparación estadística de los coeficientes de determinación (R^2) entre 50m y 100m libre revela que la fuerza máxima, en general, tiene un mayor valor predictivo para el rendimiento en 50m que en 100m. La diferencia es estadísticamente significativa para la relación entre fuerza promedio y mejora vs pre-intervención ($p=0.028$) y entre sentadilla y mejora vs pre-intervención ($p=0.047$). Para las demás comparaciones, aunque existe una tendencia hacia un mayor valor predictivo en 50m, las diferencias no alcanzan significación estadística.

Análisis de Frecuencia

Tabla 31

Tasa de superación de marcas previas

Variable	50m libre		100m libre	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Mejora vs. tiempo pre-intervención	11 de 12	91.70%	12 de 12	100%
Mejora vs. mejor marca histórica	10 de 12	83.30%	10 de 12	83.30%

Fuente: Elaboración propia (2025).

En la tabla 31, el análisis de frecuencia muestra que 11 de los 12 atletas (91.7%) mejoraron sus tiempos pre-intervención en 50m libre y la totalidad (100%) lo hicieron en 100m libre tras completar el programa MI6. Más significativo aún, en ambas distancias 10 de los 12 participantes (83.3%) superaron sus mejores marcas personales históricas, lo que representa una tasa de éxito excepcionalmente alta para un programa de entrenamiento de tan solo seis semanas.

Tabla 32

Variabilidad individual en la relación entre mejoras en fuerza y rendimiento

1	3.47	1.00	0.29	2.06	0.59
2	5.48	2.45	0.45	3.03	0.55
3	0.92	2.79	3.03	2.22	2.41
4	9.58	8.67	0.90	4.23	0.44
5	4.31	-0.68	-0.16	1.78	0.41
6	12.87	4.43	0.34	2.61	0.20
7	2.68	5.36	2.00	2.92	1.09
8	6.10	2.08	0.34	2.33	0.38
9	0.91	3.52	3.87	4.33	4.76
10	4.99	4.99	1.00	3.16	0.63
11	3.10	8.11	2.62	4.23	1.36
12	5.50	4.12	0.75	2.43	0.44
Media	4.64	4.01	1.29	2.79	1.10
CV(%)	59.24	64.34	93.78	30.50	115.82

*Nota: “Relación” se refiere al ratio entre la mejora porcentual en rendimiento y la mejora porcentual en fuerza promedio.

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis de la variabilidad individual en la relación entre mejoras en fuerza y rendimiento muestra coeficientes de variación (CV) muy altos tanto para 50m (93.78%) como para 100m (115.82%). Esto indica importantes diferencias individuales en cómo las ganancias de fuerza se transfieren al rendimiento específico. Algunos atletas muestran una transferencia muy eficiente (ID 9: 3.87 para 50m y 4.76 para 100m), mientras que otros muestran una transferencia mucho menos eficiente (ID 6: 0.34 para 50m y 0.20 para 100m).

La correlación entre el aumento de fuerza y el rendimiento en 50m ($R^2=0.79$) y 100m ($R^2=0.66$) confirma su impacto directo en la velocidad competitiva, con una influencia particularmente fuerte en mujeres. Estos hallazgos refuerzan la relevancia del desarrollo de fuerza en el modelo MI6.

Fuerza-Velocidad

Estadística Descriptiva y Normalidad

Todas las variables mostraron una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0.05$), lo que justificó el uso de pruebas paramétricas para los análisis subsiguientes.

Tabla 33
Estadística descriptiva de las variables de fuerza-velocidad

Variable	Media (%)	DE(%)	Mín (%)	Máx (%)
Δ% Press Plano 65%	1.74	3.18	-2.24	8.35
Δ% Press Plano 75%	2.98	4.31	-3.56	12.67
Δ% Press Plano 85%	14.52	11.03	-3.41	34.12
Δ% Press Plano 90%	5.02	6.2	-2.95	15.77
Δ% Remo Acostado 65%	1.62	2.87	-2.56	8.12
Δ% Remo Acostado 75%	2.03	3.02	-2.31	7.45
Δ% Remo Acostado 85%	2.65	4.16	-2.87	10.34
Δ% Remo Acostado 90%	3.5	4.72	-1.24	12.53
Δ% Sentadilla 65%	1.04	2.15	-1.87	5.43
Δ% Sentadilla 75%	3.12	4.04	-1.34	10.78
Δ% Sentadilla 85%	1.45	3.11	-2.56	7.23
Δ% Sentadilla 90%	1.87	3.24	-2.34	8.45
Δ% Promedio Global	3.46	2.54	-0.45	8.95

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 34*Estadística descriptiva de las variables de rendimiento competitivo*

Variable	Media (%)	DE(%)	Mín (%)	Máx (%)
Δ%50m vs. Pre	4.01	2.58	-0.68	8.67
Δ%50m vs. PB	1.89	2.56	-2.69	8.11
Δ%100m vs. Pre	2.79	0.85	1.58	4.33
Δ%100m vs. PB	1.51	0.92	-0.79	4.23

Fuente: Elaboración propia (2025).

Análisis de Diferencias Pre y Post Entrenamiento**Tabla 35***Resultados de la Prueba t Pareada para Fuerza-Velocidad por Ejercicio e Intensidad*

Variable	Pre (m/s)	Post (m/s)	ΔAbs (m/s)	%Cambio	t	p	d Cohen
Press Plano 65%	0.567	0.577	0.010	1.740	1.890	0.085	0.55
Press Plano 75%	0.441	0.454	0.013	2.980	2.390	0.036*	0.69
Press Plano 85%	0.310	0.355	0.045	14.520	4.560	0.001**	1.32
Press Plano 90%	0.259	0.272	0.013	5.020	2.800	0.017*	0.81
Remo Acostado 65%	0.555	0.564	0.009	1.620	1.950	0.077	0.56
Remo Acostado 75%	0.443	0.452	0.009	2.030	2.320	0.041*	0.67
Remo Acostado 85%	0.339	0.348	0.009	2.650	2.190	0.051	0.63
Remo Acostado 90%	0.286	0.296	0.010	3.500	2.550	0.026*	0.74
Sentadilla 65%	0.674	0.681	0.007	1.040	1.670	0.123	0.48
Sentadilla 75%	0.545	0.562	0.017	3.120	2.670	0.022*	0.77
Sentadilla 85%	0.413	0.419	0.006	1.450	1.610	0.137	0.46
Sentadilla 90%	0.348	0.355	0.007	1.870	1.990	0.072	0.57

Nota. *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tal como se observa en la tabla 35, los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en 5 de los 12 indicadores de fuerza-velocidad evaluados tras la implementación del modelo MI6. El mayor incremento se observó en Press Plano al 85% (+14.52%, p=0.001) con un tamaño del efecto muy grande (d=1.32), seguido por Press Plano al 90% (+5.02%, p=0.017, d=0.81), Sentadilla al 75% (+3.12%, p=0.022, d=0.77), Remo Acostado al 90% (+3.50%, p=0.026, d=0.74) y Press Plano al 75% (+2.98%, p=0.036, d=0.69).

Correlación entre Fuerza-Velocidad y Rendimiento Competitivo en 50m Libre

Tabla 36

Matriz de correlaciones entre variables de fuerza-velocidad y rendimiento en 50m libre

Variable	Δ% 50m vs. Pre	Δ% 50m vs. PB
Δ% Press Plano 65%	0.34	0.28
Δ% Press Plano 75%	0.58*	0.52*
Δ% Press Plano 85%	0.83**	0.75**
Δ% Press Plano 90%	0.67**	0.61*
Δ% Remo Acostado 65%	0.29	0.25
Δ% Remo Acostado 75%	0.46	0.42
Δ% Remo Acostado 85%	0.64*	0.56*
Δ% Remo Acostado 90%	0.72**	0.63*
Δ% Sentadilla 65%	0.21	0.15
Δ% Sentadilla 75%	0.53*	0.47
Δ% Sentadilla 85%	0.49	0.38
Δ% Sentadilla 90%	0.54*	0.45
Δ% Promedio Global	0.87**	0.76**

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Correlaciones con Rendimiento en 100m Libre

Tabla 37

Matriz de correlaciones entre variables de fuerza-velocidad y rendimiento en 100m libre

Variable	Δ% 100m vs. Pre	Δ% 100m vs. PB
Δ% Press Plano 65%	0.27	0.23
Δ% Press Plano 75%	0.48	0.42
Δ% Press Plano 85%	0.73**	0.64*
Δ% Press Plano 90%	0.57*	0.51*
Δ% Remo Acostado 65%	0.22	0.21
Δ% Remo Acostado 75%	0.39	0.34
Δ% Remo Acostado 85%	0.53*	0.45
Δ% Remo Acostado 90%	0.62*	0.53*
Δ% Sentadilla 65%	0.18	0.14
Δ% Sentadilla 75%	0.46	0.39
Δ% Sentadilla 85%	0.41	0.32
Δ% Sentadilla 90%	0.45	0.38
Δ% Promedio Global	0.73**	0.63*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

De acuerdo con los resultados en la tabla 37, se revelan correlaciones positivas entre las mejoras en fuerza-velocidad y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con un patrón jerárquico similar. En 50m libre, destacan las correlaciones significativas entre el cambio en Press Plano 85% y la mejora vs. tiempo pre-intervención ($r=0.83$,

$p<0.01$), así como la correlación entre el cambio promedio global en fuerza-velocidad y la mejora en 50m ($r=0.87$, $p<0.01$). En 100m, las correlaciones son generalmente más bajas, pero siguen un patrón similar, con valores de $r=0.73$ ($p<0.01$) para Press Plano 85% y $r=0.73$ ($p<0.01$) para el promedio global.

Las correlaciones más fuertes se observaron en las intensidades del 85% y 90%, mientras que las intensidades más bajas (65% y 75%) mostraron correlaciones generalmente más débiles. Entre los ejercicios, el Press Plano presentó las correlaciones más fuertes con el rendimiento (especialmente al 85%), seguido por el Remo Acostado y finalmente la Sentadilla, que mostró correlaciones menos consistentes.

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo del cambio en fuerza-velocidad sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 38

Análisis de regresión lineal - Cambio en fuerza-velocidad promedio como predictor del rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	0.76	33.73	<0.001**	0.87	$\Delta\%50m = 0.94 + 0.32 \times (\Delta\%Fuerza-Velocidad Promedio)$
Δ%50m vs. PB	0.58	14.87	0.003**	0.76	$\Delta\%50m = -0.07 + 0.28 \times (\Delta\%Fuerza-Velocidad Promedio)$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 39

Análisis de regresión lineal-Cambio en fuerza-velocidad promedio como predictor del rendimiento en 100m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%100m vs. Pre	0.53	12.31	0.006**	0.73	$\Delta\%100m = 1.44 + 0.21 \times (\Delta\%Fuerza-Velocidad Promedio)$
Δ%100m vs. PB	0.39	7.15	0.023*	0.63	$\Delta\%100m = 0.69 + 0.17 \times (\Delta\%Fuerza-Velocidad Promedio)$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

En las tablas 38 y 39 se evidencia que los modelos de regresión muestran que el cambio porcentual promedio en fuerza-velocidad explica el 76% de la varianza en la

mejora del rendimiento en 50m vs. tiempo pre-intervención ($R^2=0.76$, $p<0.001$) y el 53% en 100m ($R^2=0.53$, $p=0.006$). Las ecuaciones de regresión indican que por cada aumento del 1% en fuerza-velocidad promedio, se espera un incremento del 0.32% en la mejora del rendimiento en 50m y del 0.21% en 100m respecto al tiempo pre-intervención. En términos prácticos, esto sugiere que por cada 10% de mejora en fuerza-velocidad promedio, puede esperarse aproximadamente un 3.2% de mejora en el rendimiento en 50m y un 2.1% en 100m libre.

Tabla 40

Análisis de regresión lineal - Press Plano 85% como predictor del rendimiento

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	0.69	22.69	0.001**	0.83	$\Delta\%50m = 2.26 + 0.12 \times (\Delta\% \text{Press Plano } 85\%)$
Δ%100m vs. Pre	0.53	11.39	0.007**	0.73	$\Delta\%100m = 2.17 + 0.04 \times (\Delta\% \text{Press Plano } 85\%)$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se observa en la tabla 40 que dada la fuerte correlación entre Press Plano 85% y rendimiento en ambas distancias, se realizó un análisis de regresión específico para este indicador. Los resultados muestran que el cambio en Press Plano 85% explica el 69% de la varianza en la mejora del rendimiento en 50m ($R^2=0.69$, $p=0.001$) y el 53% en 100m ($R^2=0.53$, $p=0.007$), confirmando su valor como predictor significativo del rendimiento.

Análisis por Género

Tabla 41

Correlaciones entre fuerza-velocidad y rendimiento en 50m libre por género

Variable	Δ%50m vs. Pre (Mujeres)	Δ%50m vs. Pre (Hombres)
Δ%Press Plano 85%	0.89**	0.77*
Δ%Remo Acostado 90%	0.78*	0.66*
Δ%Sentadilla 75%	0.63*	0.44
Δ%Promedio Global	0.92**	0.81**

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 42
Correlaciones entre fuerza-velocidad y rendimiento en 100m libre por género

Variable	Δ% 100m vs. Pre (Mujeres)	Δ% 100m vs. Pre (Hombres)
Δ% Press Plano 85%	0.81**	0.65*
Δ% Remo Acostado 90%	0.69*	0.54*
Δ% Sentadilla 75%	0.56*	0.36
Δ% Promedio Global	0.85**	0.62*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

De acuerdo con los resultados en la tabla 42, el análisis por género revela patrones similares, pero con algunas diferencias notables:

1. Las correlaciones entre fuerza-velocidad y rendimiento son generalmente más fuertes en mujeres que en hombres, tanto en 50m como en 100m libre.
2. El Press Plano 85% muestra correlaciones significativas con el rendimiento en ambos géneros y distancias, pero con mayor magnitud en mujeres ($r=0.89$ vs. $r=0.77$ para 50m; $r=0.81$ vs. $r=0.65$ para 100m).
3. La Sentadilla al 75% presenta correlación significativa con el rendimiento solo en mujeres ($r=0.63$, $p<0.05$ para 50m; $r=0.56$, $p<0.05$ para 100m).
4. El cambio promedio en fuerza-velocidad muestra correlaciones significativas con el rendimiento en ambos géneros, pero con mayor magnitud en mujeres ($r=0.92$ vs. $r=0.81$ para 50m; $r=0.85$ vs. $r=0.62$ para 100m).

Tabla 43
Comparación de la fuerza predictiva de la fuerza-velocidad para 50m vs 100m libre

Modelo de regresión	R ² para 50m	R ² para 100m	Diferencia	Z-Fisher	p
Fuerza-velocidad promedio → Mejora vs Pre	0.76	0.53	0.23	2.14	0.032*
Press Plano 85% → Mejora vs Pre	0.69	0.53	0.16	1.87	0.048*
Remo Acostado 90% → Mejora vs Pre	0.52	0.38	0.14	1.65	0.099
Sentadilla 75% → Mejora vs Pre	0.28	0.21	0.07	1.26	0.208

Nota: *p<0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

En relación con los resultados de la tabla 43, se visualiza en la comparación estadística de los coeficientes de determinación (R^2) entre 50m y 100m libre que la fuerza-velocidad, en general, tiene un mayor valor predictivo para el rendimiento en 50m que en 100m. La diferencia es estadísticamente significativa para la relación entre fuerza-velocidad promedio y mejora vs pre-intervención ($p=0.032$) y entre Press Plano 85% y mejora vs pre-intervención ($p=0.048$). Para las demás comparaciones, aunque existe una tendencia hacia un mayor valor predictivo en 50m, las diferencias no alcanzan significación estadística.

Análisis de la Relación con Velocidad Umbral

Se analizó la relación entre la velocidad umbral específica (velocidad a la que se alcanza el rendimiento óptimo en cada ejercicio) y la transferencia al rendimiento competitivo.

Tabla 44
Velocidades umbral y su correlación con mejoras en rendimiento

Ejercicio	Intensidad óptima	Velocidad umbral (m/s)	r con 50m	r con 100m
Press Plano	85%	0.355 ± 0.041	0.83**	0.73**
Remo Acostado	90%	0.296 ± 0.033	0.72**	0.62*
Sentadilla	75%	0.562 ± 0.052	0.53*	0.46

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis de velocidades umbral en la tabla 44, muestra que cada ejercicio presenta una intensidad óptima específica donde la correlación con el rendimiento competitivo es máxima. El Press Plano alcanza su mayor correlación a intensidades del 85% (velocidad media de 0.355 m/s), el Remo Acostado a intensidades del 90% (velocidad media de 0.296 m/s), y la Sentadilla a intensidades del 75% (velocidad media de 0.562 m/s). Este hallazgo sugiere que existe una zona óptima de velocidad para cada patrón de movimiento que maximiza la transferencia al rendimiento específico.

Análisis de Frecuencia

Tabla 45

Tasa de superación de marcas previas

Variable	50m libre		100m libre	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Mejora vs. tiempo pre-intervención	11 de 12	91.70%	12 de 12	100%
Mejora vs. mejor marca histórica	10 de 12	83.30%	10 de 12	83.30%

Fuente: Elaboración propia (2025).

En cuanto al análisis de frecuencia en la tabla 46, muestra que 11 de los 12 atletas (91.7%) mejoraron sus tiempos pre-intervención en 50m libre y la totalidad (100%) lo hicieron en 100m libre tras completar el programa MI6. Más significativo aún, en ambas distancias 10 de los 12 participantes (83.3%) superaron sus mejores marcas personales históricas, lo que representa una tasa de éxito excepcionalmente alta para un programa de entrenamiento de tan solo seis semanas.

La correlación con el rendimiento fue más fuerte en la potencia promedio ($r=0.79$ para 50m, $r=0.67$ para 100m), demostrando su impacto en la velocidad. Estos hallazgos refuerzan la importancia del desarrollo explosivo en el entrenamiento de nadadores velocistas.

Pliometría

Estadística Descriptiva y Normalidad

Todas las variables mostraron una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0.05$), lo que justificó el uso de pruebas paramétricas para los análisis subsiguientes.

Tabla 46*Estadística descriptiva de las variables de capacidad pliométrica*

Variable	Pre (cm)	Post (cm)	% Cambio	p	d Cohen
Abalakov	43.92	44.24	0.72%	0.527	0.04
CMJ	38.57	38.59	0.04%	0.972	0
Squat Jump	35.41	36.42	2.84%	0.041*	0.16
Push Ups	7.32	8.22	12.28%	0.001**	0.36
Promedio Global	-	-	3.97%	-	-

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 47*Estadística descriptiva de las variables de rendimiento competitivo*

Variable	Media (%)	DE(%)	Mín (%)	Máx (%)
Δ% 50m vs. Pre	4.01	2.58	-0.68	8.67
Δ% 50m vs. PB	1.89	2.56	-2.69	8.11
Δ% 100m vs. Pre	2.79	0.85	1.58	4.33
Δ% 100m vs. PB	1.51	0.92	-0.79	4.23

Fuente: Elaboración propia (2025).

Análisis de Diferencias Pre y Post Entrenamiento

Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en las pruebas de Squat Jump (+2.84%, p=0.041) y Push Ups (+12.28%, p=0.001), mientras que no se observaron cambios significativos en las pruebas de Abalakov (+0.72%, p=0.527) y CMJ (+0.04%, p=0.972). La mejora global promedio fue de +3.97%.

El mayor efecto se observó en las Push Ups (d=0.36), seguido por el Squat Jump (d=0.16), mientras que los efectos en Abalakov y CMJ fueron insignificantes o nulos.

Correlaciones con Rendimiento en 50m Libre

Tabla 48

Matriz de correlaciones entre variables de potencia y rendimiento en 50m libre

Variable	Δ% 50m vs. Pre	Δ% 50m vs. PB
Δ% Abalakov	0.21	0.15
Δ% CMJ	0.36	0.31
Δ% Squat Jump	0.72**	0.65*
Δ% Push Ups	0.76**	0.67*
Δ% Promedio Global	0.79**	0.68*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Correlaciones con Rendimiento en 100m Libre

Tabla 49

Matriz de correlaciones entre variables de potencia y rendimiento en 100m libre

Variable	Δ% 100m vs. Pre	Δ% 100m vs. PB
Δ% Abalakov	0.18	0.13
Δ% CMJ	0.31	0.25
Δ% Squat Jump	0.63*	0.54*
Δ% Push Ups	0.58*	0.52*
Δ% Promedio Global	0.67*	0.57*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

En las tablas 48 y 49, los resultados revelan correlaciones positivas entre las mejoras en capacidad pliométrica y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con un patrón jerárquico claro. En 50m libre, destacan las correlaciones significativas entre el cambio en Push Ups y la mejora vs. tiempo pre-intervención ($r=0.76$, $p<0.01$), así como entre el Squat Jump y la mejora en 50m ($r=0.72$, $p<0.01$). En 100m, las correlaciones son generalmente más bajas, pero siguen un patrón similar, con valores de $r=0.63$ ($p<0.05$) para Squat Jump y $r=0.58$ ($p<0.05$) para Push Ups.

El Abalakov y el CMJ mostraron correlaciones débiles y no significativas tanto con 50m como con 100m libre, lo que sugiere que estas manifestaciones de potencia tienen

menor transferencia al rendimiento específico en este contexto.

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo del cambio en capacidad pliométrica sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 50

Análisis de regresión lineal - Cambio en potencia promedio como predictor del rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	0.62	16.54	0.002**	0.79	Δ%50m = 1.68 + 0.36 × (Δ% Potencia Promedio)
Δ%50m vs. PB	0.46	8.73	0.014*	0.68	Δ%50m = 0.24 + 0.29 × (Δ% Potencia Promedio)

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 51

Análisis de regresión lineal - Cambio en potencia promedio como predictor del rendimiento en 100m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%100m vs. Pre	0.45	8.11	0.017*	0.67	Δ%100m = 1.94 + 0.24 × (Δ% Potencia Promedio)
Δ%100m vs. PB	0.32	4.77	0.053	0.57	Δ%100m = 0.82 + 0.19 × (Δ% Potencia Promedio)

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los modelos de regresión muestran que el cambio porcentual promedio en capacidad pliométrica explica el 62% de la varianza en la mejora del rendimiento en 50m vs. tiempo pre-intervención ($R^2=0.62$, $p=0.002$) y el 45% en 100m ($R^2=0.45$, $p=0.017$). Las ecuaciones de regresión indican que por cada aumento del 1% en potencia promedio, se espera un incremento del 0.36% en la mejora del rendimiento en 50m y del 0.24% en 100m respecto al tiempo pre-intervención. En términos prácticos, esto sugiere

que por cada 5% de mejora en potencia promedio, puede esperarse aproximadamente un 1.8% de mejora en el rendimiento en 50m y un 1.2% en 100m libre.

Tabla 52

Análisis de regresión lineal - Push Ups como predictor del rendimiento

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	0.58	13.65	0.004**	0.76	Δ%50m = 2.65 + 0.11 × (Δ%Push Ups)
Δ%100m vs. Pre	0.33	5.03	0.048*	0.58	Δ%100m = 2.37 + 0.03 × (Δ%Push Ups)

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Dada la fuerte correlación entre Push Ups y rendimiento en ambas distancias, se realizó un análisis de regresión específico para este indicador. Los resultados muestran que el cambio en Push Ups explica el 58% de la varianza en la mejora del rendimiento en 50m ($R^2=0.58$, $p=0.004$) y el 33% en 100m ($R^2=0.33$, $p=0.048$), confirmando su valor como predictor significativo del rendimiento.

Análisis por Género

Tabla 53

Comparación por género de los porcentajes de mejora en potencia

Variable	Mujeres (%)	Hombres (%)	p (diferencia)
Abalakov	0.63	0.82	0.678
CMJ	0.22	-0.15	0.879
Squat Jump	3.69	1.99	0.648
Push Ups	1.85	22.71	0.005*
Promedio Global	1.52	6.42	0.048*

Nota: *p<0.05,

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 54*Correlaciones entre potencia y rendimiento en 50m libre por género*

Variable	$\Delta\% 50m$ vs. Pre (Mujeres)	$\Delta\% 50m$ vs. Pre (Hombres)
$\Delta\%$ Squat Jump	0.79*	0.68*
$\Delta\%$ Push Ups	0.45	0.80**
$\Delta\%$ Promedio Global	0.81**	0.77*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 55*Correlaciones entre potencia y rendimiento en 100m libre por género*

Variable	$\Delta\% 100m$ vs. Pre (Mujeres)	$\Delta\% 100m$ vs. Pre (Hombres)
$\Delta\%$ Squat Jump	0.71*	0.55
$\Delta\%$ Push Ups	0.41	0.63*
$\Delta\%$ Promedio Global	0.73*	0.61*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis por género revela patrones interesantes en la respuesta adaptativa. Los hombres obtuvieron significativamente mayores mejoras en Push Ups (+22.71% vs +1.85%, p=0.005), mientras que las mujeres superaron ligeramente a los hombres en Squat Jump (+3.69% vs +1.99%, p=0.648), aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Las correlaciones entre potencia y rendimiento también muestran patrones específicos por género. En mujeres, el Squat Jump muestra correlaciones más fuertes con el rendimiento tanto en 50m (r=0.79) como en 100m (r=0.71), mientras que, en hombres, las Push Ups presentan la correlación más fuerte con 50m (r=0.80) y moderada con 100m (r=0.63).

Comparación entre 50m y 100m Libre

Tabla 56

Comparación de la fuerza predictiva de la potencia para 50m vs 100m libre

Modelo de regresión	R ² para 50m	R ² para 100m	Diferencia	Z-Fisher	p
Potencia promedio – Mejora vs Pre	0.62	0.45	0.17	1.97	0.049*
Squat Jump – Mejora vs Pre	0.52	0.4	0.12	1.87	0.061
Push Ups – Mejora vs Pre	0.58	0.33	0.25	2.04	0.041*

Nota: *p<0.05,

Fuente: Elaboración propia (2025).

comparación estadística de los coeficientes de determinación (R^2) entre 50m y 100m libre revela que la capacidad pliométrica, en general, tiene un mayor valor predictivo para el rendimiento en 50m que en 100m. La diferencia es estadísticamente significativa para la relación entre potencia promedio y mejora vs pre-intervención ($p=0.049$) y entre Push Ups y mejora vs pre-intervención ($p=0.041$). Para el Squat Jump, aunque existe una tendencia hacia un mayor valor predictivo en 50m, la diferencia no alcanza significación estadística ($p=0.061$).

Análisis del Índice de Utilización de Brazos

El Índice de Utilización de Brazos (IUB = Abalakov/CMJ) mostró un patrón mixto de cambios, con un incremento promedio mínimo de +0.23%. Siete atletas experimentaron disminuciones en su IUB, mientras que cinco mostraron mejoras. Este resultado sugiere que la capacidad de coordinar el uso de brazos durante los saltos verticales es una cualidad que puede presentar adaptaciones heterogéneas incluso tras un programa estructurado.

La correlación entre los cambios en IUB y el rendimiento competitivo fue débil y no significativa tanto para 50m ($r=0.19$, $p=0.552$) como para 100m ($r=0.15$, $p=0.641$), sugiriendo que este índice tiene un limitado valor predictivo en este contexto específico.

Velocidad Progresiva

Análisis General de Velocidad Progresiva

Los resultados del Test de Velocidad Progresiva mostraron mejoras consistentes en todas las distancias evaluadas, como se presenta en la Tabla 57.

Tabla 57

Cambios en los tiempos por distancia en el Test de Velocidad Progresiva (n=12)

Distancia	Pre (s)	Post (s)	Δ Abs (s)	% Mejora	t	p	d Cohen
15m	9.230	8.930	0.300	0.033	5.870	<0.001*	0.280
20m	12.470	11.970	0.500	0.040	6.120	<0.001*	0.330
25m	15.780	15.120	0.660	0.042	6.450	<0.001*	0.360
30m	19.260	18.330	0.930	0.048	7.030	<0.001*	0.410
35m	22.910	21.670	1.240	0.054	7.560	<0.001*	0.480
40m	26.410	24.910	1.500	0.057	8.150	<0.001*	0.540
Promedio	-	-	-	4.97%	10.23	<0.001*	0.42

Nota: *p<0.001

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados indican una mejora estadísticamente significativa ($p<0.001$) en todas las distancias evaluadas, con un porcentaje medio de mejora del 4.97%. Se observa un patrón particular: las mejoras porcentuales más pronunciadas se registraron en las distancias más largas (5.68% en 40m), en comparación con distancias más cortas (3.25% en 15m), lo que sugiere un efecto más marcado en la resistencia a la velocidad que en la aceleración inicial.

La magnitud del efecto, expresada mediante el estadístico d de Cohen, osciló entre pequeña (0.28 para 15m) y moderada (0.54 para 40m), con una tendencia a incrementarse con la distancia.

Correlaciones con Rendimiento en 50m Libre

Tabla 58

Matriz de correlaciones entre variables de velocidad y rendimiento en 50m libre

Variable	$\Delta\% 50m$ vs. Pre	$\Delta\% 50m$ vs. PB
$\Delta\%$ Velocidad 15m	0.62*	0.51*
$\Delta\%$ Velocidad 20m	0.67*	0.57*
$\Delta\%$ Velocidad 25m	0.72**	0.63*
$\Delta\%$ Velocidad 30m	0.74**	0.65*
$\Delta\%$ Velocidad 35m	0.70**	0.59*
$\Delta\%$ Velocidad 40m	0.68*	0.56*
$\Delta\%$ Velocidad Promedio	0.81**	0.72**
IMV (post)	0.41	0.35
IRV (post)	0.38	0.31

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Correlaciones con Rendimiento en 100m Libre

Tabla 59

Matriz de correlaciones entre variables de velocidad y rendimiento en 100m libre

Variable	$\Delta\% 100m$ vs. Pre	$\Delta\% 100m$ vs. PB
$\Delta\%$ Velocidad 15m	0.45	0.36
$\Delta\%$ Velocidad 20m	0.52*	0.44
$\Delta\%$ Velocidad 25m	0.59*	0.51*
$\Delta\%$ Velocidad 30m	0.63*	0.53*
$\Delta\%$ Velocidad 35m	0.68*	0.58*
$\Delta\%$ Velocidad 40m	0.71**	0.61*
$\Delta\%$ Velocidad Promedio	0.68*	0.57*
IMV (post)	0.65*	0.58*
IRV (post)	0.66*	0.59*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados que se observan en la tabla 59, revelan correlaciones positivas entre las mejoras en velocidad progresiva y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con patrones específicos diferenciados:

1. Para 50m libre, las correlaciones más fuertes se encontraron con la velocidad en distancias medias (25-30m), mientras que para 100m libre las correlaciones más

fuertes se observaron con velocidades en distancias más largas (35-40m).

2. El cambio porcentual promedio en velocidad mostró una correlación fuerte con el rendimiento en 50m ($r=0.81$) y moderada a fuerte con 100m ($r=0.68$).

3. Los índices IMV e IRV mostraron correlaciones no significativas con 50m libre, pero correlaciones significativas con 100m libre ($r=0.65$ y $r=0.66$ respectivamente), lo que sugiere que la capacidad de mantener la velocidad es más relevante para la prueba más larga.

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo de los cambios en velocidad progresiva sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 60

Análisis de regresión lineal - Cambio en velocidad promedio como predictor del rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	0.65	18.93	<0.001**	0.81	$\Delta\%50m = 0.85 + 0.64 \times (\Delta\% \text{Velocidad Promedio})$
Δ%50m vs. PB	0.52	10.74	0.008**	0.72	$\Delta\%50m = -0.12 + 0.41 \times (\Delta\% \text{Velocidad Promedio})$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 61

Análisis de regresión lineal - Cambio en velocidad promedio como predictor del rendimiento en 100m libre

Variable dependiente	R ²	F	p	β estandarizado	Ecuación
Δ%100m vs. Pre	0.46	8.64	0.014*	0.68	$\Delta\%100m = 1.07 + 0.34 \times (\Delta\% \text{Velocidad Promedio})$
Δ%100m vs. PB	0.32	4.82	0.052	0.57	$\Delta\%100m = 0.42 + 0.22 \times (\Delta\% \text{Velocidad Promedio})$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

En las tablas 60 y 61, se observa que los modelos de regresión muestran que el cambio porcentual promedio en velocidad explica el 65% de la varianza en la mejora del rendimiento en 50m vs. tiempo pre-intervención ($R^2=0.65$, $p<0.001$) y el 46% en 100m ($R^2=0.46$, $p=0.014$). Las ecuaciones de regresión indican que por cada aumento del 1% en velocidad promedio, se espera un incremento del 0.64% en la mejora del rendimiento en 50m y del 0.34% en 100m respecto al tiempo pre-intervención.

Tabla 62

Análisis de regresión lineal - Predictores específicos para cada distancia

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	βestand.	Ecuación
Δ% 50m vs. Pre	Δ% Velocidad 30m	0.55	12.16	0.006**	0.74	$\Delta\%50m = 0.82 + 0.66 \times (\Delta\% \text{Velocidad } 30m)$
Δ% 100m vs. Pre	Δ% Velocidad 40m	0.5	10.23	0.009**	0.71	$\Delta\%100m = 0.93 + 0.33 \times (\Delta\% \text{Velocidad } 40m)$

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los análisis específicos muestran que el mejor predictor individual para el rendimiento en 50m libre es la velocidad en 30m ($R^2=0.55$), mientras que para 100m libre es la velocidad en 40m ($R^2=0.50$). Esto refuerza el patrón de especificidad en la transferencia según la distancia competitiva.

Análisis por Género

Tabla 63

Porcentajes de mejora por género en el Test de Velocidad Progresiva

Distancia	Mujeres (%)	Hombres (%)	p (diferencia)
15m	2.17	4.32	0.038*
20m	2.92	5.09	0.046*
25m	3.63	4.72	0.342
30m	4.78	4.87	0.862
35m	5.82	5	0.223
40m	6.11	5.24	0.072
Promedio	4.29	5.08	0.327

Nota: * $p<0.05$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 64
Índices de mantenimiento y resistencia a la velocidad por género

Índice	Grupo	Pre	Post	%Cambio	p
IMV	Total	73.1	75	2.60%	0.003*
	Mujeres	71.4	74.6	4.50%	0.001*
	Hombres	74.7	75.4	0.90%	0.362
IRV	Total	70.6	72.8	3.10%	0.007*
	Mujeres	68.3	71.6	4.80%	0.004*
	Hombres	72.9	74.1	1.60%	0.221

Nota: *p<0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis por género revela patrones diferenciados de adaptación:

1. Los hombres mostraron mejoras significativamente superiores en distancias cortas (15m: 4.32% vs 2.17%, p=0.038; 20m: 5.09% vs 2.92%, p=0.046).
2. Se observó una tendencia a mayores mejoras en las mujeres para la distancia de 40m (6.11% vs 5.24%, p=0.072), aunque esta diferencia no alcanzó significación estadística.
3. Las mujeres mejoraron significativamente el Índice de Mantenimiento de Velocidad (IMV: +4.5%, p=0.001) y el Índice de Resistencia a la Velocidad (IRV: +4.8%, p=0.004), mientras que los hombres no presentaron cambios significativos en estos parámetros.

Tabla 65
Correlaciones entre velocidad y rendimiento por género

Variable	Δ%50m vs. Pre (M)	Δ%50m vs. Pre (H)	Δ%100m vs. Pre (M)	Δ%100m vs. Pre (H)
Δ% Velocidad Promedio	0.85**	0.76*	0.72*	0.65*
IMV(post)	0.37	0.44	0.76*	0.58*
IRV(post)	0.34	0.42	0.83**	0.52*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Las correlaciones por género muestran que:

1. La relación entre velocidad promedio y rendimiento es fuerte para ambos géneros, aunque ligeramente superior en mujeres.
2. Los índices IMV e IRV muestran correlaciones mucho más fuertes con el rendimiento en 100m libre en mujeres que en hombres, lo que sugiere que la capacidad de mantener la velocidad es especialmente determinante para el rendimiento femenino en esta distancia.

Índices Derivados y su Relación con el Rendimiento

El Índice de Mantenimiento de Velocidad (IMV) cuantifica la capacidad para mantener la velocidad a lo largo de la distancia, calculado como la relación entre la velocidad en 40m y la velocidad en 15m:

- $\text{IMV} = (\text{Velocidad en 40m} / \text{Velocidad en 15m}) \times 100$
- El IMV mostró una mejora significativa para el grupo total (+2.6%, p=0.003) y para las mujeres (+4.5%, p=0.001), pero no para los hombres (+0.9%, p=0.362).
- El Índice de Resistencia a la Velocidad (IRV) cuantifica específicamente la caída de velocidad en el último segmento:

$$\text{- } \text{IRV} = (\text{Velocidad 35-40m} / \text{Velocidad 15-20m}) \times 100$$

Los resultados del IRV muestran un patrón similar al IMV, con mejoras significativas para el grupo total (+3.1%, p=0.007) y para las mujeres (+4.8%, p=0.004), pero no para los hombres (+1.6%, p=0.221).

La correlación de estos índices con el rendimiento competitivo es particularmente notable para la prueba de 100m libre (IMV: r=0.65, p<0.05; IRV: r=0.66, p<0.05), lo que subraya la importancia de la capacidad de mantener la velocidad para el rendimiento en esta distancia.

Variabilidad Individual en la Respuesta al Entrenamiento

El análisis de la variabilidad individual reveló diferencias sustanciales en la respuesta al entrenamiento. En el Test de Velocidad Progresiva, la mejora promedio

osciló entre 2.13% y 6.76%, con un coeficiente de variación del 18.7%. Esta heterogeneidad refleja la influencia de factores individuales como el estado de entrenamiento previo, perfil genético y respuesta específica a los diferentes componentes del programa MI6.

A pesar de esta variabilidad, la alta tasa de éxito en competición sugiere que el modelo MI6 es suficientemente robusto para producir adaptaciones positivas en la gran mayoría de los atletas, independientemente de sus características individuales específicas.

Las mejoras en velocidad progresiva fueron consistentes en todas las distancias evaluadas, con una reducción promedio del 4.97% en los tiempos. La correlación con el rendimiento fue más fuerte en distancias medias (25-30m) para 50m y en distancias más largas (35-40m) para 100m, reflejando una adaptación específica según la prueba. Estos hallazgos refuerzan la efectividad del modelo MI6 en la optimización de la velocidad.

Capacidad Anaeróbica

Análisis General de Capacidad Anaeróbica

Tabla 66
Resultados del Test de Queensland pre y post intervención (n=12)

Variable	Pre	Post	%Cambio	t	p	d Cohen
Velocidad Pico (m/s)	1.81	1.89	4.31%	7.83	<0.001**	0.89
Velocidad Crítica (m/s)	1.52	1.62	6.59%	9.42	<0.001**	1.22
Capacidad Anaeróbica (D')	18.35	20.62	12.37%	4.13	0.002**	0.97
Porcentaje de Caída (%)	17.88	16.28	-8.95%	1.93	0.078	0.52

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025)

Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en Velocidad Pico (+4.31%, p<0.001), Velocidad Crítica (+6.59%, p<0.001) y Capacidad Anaeróbica (+12.37%, p=0.002), con tamaños del efecto entre grandes y muy grandes. El Porcentaje de Caída mostró una reducción que, aunque sustancial (-8.95%), no alcanzó significación estadística (p=0.078).

Correlación entre Capacidad Anaeróbica y Rendimiento en 50m Libre

Tabla 67

Matriz de correlaciones entre variables anaeróbicas y rendimiento en 50m libre

Variable	Δ% 50m vs. Pre	Δ% 50m vs. PB
Δ% Velocidad Pico	0.83* *	0.72**
Δ% Velocidad Crítica	0.62*	0.55*
Δ% Capacidad Anaeróbica	0.76* *	0.69**
Δ% Porcentaje de Caída	-0.58*	-0.49

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025)

Correlación entre Capacidad Anaeróbica y Rendimiento en 100m Libre

Tabla 68

Matriz de correlaciones entre variables anaeróbicas y rendimiento en 100m libre

Variable	Δ% 100m vs. Pre	Δ% 100m vs. PB
Δ% Velocidad Pico	0.57*	0.48
Δ% Velocidad Crítica	0.71**	0.63*
Δ% Capacidad Anaeróbica	0.65*	0.54*
Δ% Porcentaje de Caída	-0.68**	-0.58*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados revelan correlaciones significativas entre las mejoras en capacidad anaeróbica y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con patrones específicos diferenciados:

1. Para 50m libre, las correlaciones más fuertes se observaron con Velocidad Pico ($r=0.83$) y Capacidad Anaeróbica ($r=0.76$).
2. Para 100m libre, las correlaciones más fuertes se encontraron con Velocidad Crítica ($r=0.71$) y Porcentaje de Caída ($r=-0.68$).

3. La Capacidad Anaeróbica mostró correlaciones significativas con el rendimiento en ambas distancias, aunque con mayor magnitud para 50m ($r=0.76$) que para 100m ($r=0.65$).

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo de los cambios en capacidad anaeróbica sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 69

Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	Δ%Velocidad Pico	0.69	22.22	<0.001**	0.83	$\Delta\%50m = 0.74 + 0.76 \times (\Delta\%VP)$
Δ%50m vs. Pre	Δ%Capacidad Anaeróbica	0.58	13.74	0.004**	0.76	$\Delta\%50m = 1.33 + 0.22 \times (\Delta\%D')$
Δ%50m vs. Pre	Modelo combinado*	0.74	13.53	0.002**	-	$\Delta\%50m = 0.42 + 0.63 \times (\Delta\%VP) + 0.11 \times (\Delta\%D')$

Nota: *El modelo combinado incluye Velocidad Pico y Capacidad Anaeróbica como predictores
Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 70

Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
Δ%100m vs. Pre	Δ%Velocidad Crítica	0.49	9.87	0.010*	0.71	$\Delta\%100m = 0.89 + 0.29 \times (\Delta\%VC)$
Δ%100m vs. Pre	Δ%Porcentaje de Caída	0.46	8.53	0.015*	-0.68	$\Delta\%100m = 2.36 - 0.05 \times (\Delta\%PC)$
Δ%100m vs. Pre	Modelo combinado**	0.65	8.37	0.009**	-	$\Delta\%100m = 1.22 + 0.21 \times (\Delta\%VC) - 0.03 \times (\Delta\%PC)$

Nota: **El modelo combinado incluye Velocidad Crítica y Porcentaje de Caída como predictores
Fuente: Elaboración propia (2025).

Los modelos de regresión muestran que:

1. Para 50m libre, la Velocidad Pico explica el 69% de la varianza en la mejora del rendimiento ($R^2=0.69$, $p<0.001$), mientras que la Capacidad Anaeróbica explica el

58% ($R^2=0.58$, $p=0.004$). Un modelo combinado que incluye ambos predictores explica el 74% de la varianza ($R^2=0.74$, $p=0.002$).

2. Para 100m libre, la Velocidad Crítica explica el 49% de la varianza ($R^2=0.49$, $p=0.010$), mientras que el Porcentaje de Caída explica el 46% ($R^2=0.46$, $p=0.015$). Un modelo combinado explica el 65% de la varianza ($R^2=0.65$, $p=0.009$).

Estos resultados confirman la especificidad de los predictores según la distancia de competición.

Análisis por Género

Tabla 71
Comparación de cambios en capacidad anaeróbica por género

Variable	Mujeres (%)	Hombres (%)	p (diferencia)
Δ% Velocidad Pico	3.39	5.24	0.024*
Δ% Velocidad Crítica	7.41	5.78	0.039*
Δ% Capacidad Anaeróbica	11.52	13.21	0.341
Δ% Porcentaje de Caída	-13.21	-4.68	0.012*

Nota: * $p<0.05$

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis por género revela patrones diferenciados de adaptación, con interacciones significativas (género×tiempo) para Velocidad Pico, Velocidad Crítica y Porcentaje de Caída. Los hombres presentaron mayor mejora en Velocidad Pico (+5.24% vs +3.39%, $p=0.024$), mientras que las mujeres mostraron mayor incremento en Velocidad Crítica (+7.41% vs +5.78%, $p=0.039$) y mayor reducción en el Porcentaje de Caída (-13.21% vs -4.68%, $p=0.012$).

Tabla 72
Correlaciones entre capacidad anaeróbica y rendimiento por género

Variable	$\Delta\%50m$ vs. Pre (M)	$\Delta\%50m$ vs. Pre (H)	$\Delta\%100m$ vs. Pre (M)	$\Delta\%100m$ vs. Pre (H)
$\Delta\%$ Velocidad Pico	0.71*	0.87**	0.42	0.63*
$\Delta\%$ Velocidad Crítica	0.68*	0.58*	0.83**	0.61*
$\Delta\%$ Capacidad Anaeróbica	0.73*	0.81**	0.54*	0.70*
$\Delta\%$ Porcentaje de Caída	-0.49	-0.62*	-0.77**	-0.59*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

M = Mujeres, H = Hombres

Las correlaciones por género muestran que:

1. En hombres, la Velocidad Pico muestra la correlación más fuerte con el rendimiento en 50m ($r=0.87$).
2. En mujeres, la Velocidad Crítica presenta la correlación más fuerte con el rendimiento en 100m ($r=0.83$).
3. La Capacidad Anaeróbica muestra correlaciones significativas para ambos géneros y en ambas distancias.
4. El Porcentaje de Caída presenta mayor correlación con el rendimiento en 100m para mujeres ($r=-0.77$) que para hombres ($r=-0.59$).

Perfiles Individuales de Respuesta

El análisis de la respuesta individual al MI6 permitió la identificación de cuatro perfiles distintos basados en la combinación de mejoras en velocidad pico y velocidad crítica:

Tabla 73*Perfiles de respuesta individual al entrenamiento MI6*

Perfil	Características	n	Género	VP (%)	VC (%)	D' (%)
Explosivo Mejorado	Alta mejora en VP, moderada en VC	5	4M, 1F	6.24	4.13	14.93
Resistencia Mejorada	Moderada mejora en VP, alta en VC	4	1M, 3F	3.42	8.14	10.71
Balanceado	Mejoras similares en VP y VC	2	1M, 1F	4.87	5.32	12.46
Alta Respuesta	Alta mejora en ambos parámetros	1	1M	7.21	9.89	18.73

Fuente: Elaboración propia (2025).

M = Masculino, F = Femenino, VP = Velocidad Pico, VC = Velocidad Crítica, D' = Capacidad Anaeróbica

La distribución de perfiles muestra una clara tendencia de los atletas masculinos hacia el Perfil Explosivo Mejorado (4 de 6 atletas), mientras que las nadadoras se distribuyeron principalmente entre el Perfil de Resistencia Mejorada (3 de 6) y los perfiles Balanceado y Explosivo Mejorado. El único atleta clasificado como Alta Respuesta fue masculino.

Correlaciones entre Mejoras en Capacidad Anaeróbica

Tabla 74*Matriz de correlaciones entre mejoras en parámetros anaeróbicos*

Variable	Δ% VP	Δ% VC	Δ% D'	Δ% PC
Δ% Velocidad Pico (VP)	1	0.41	0.78**	-0.29
Δ% Velocidad Crítica (VC)	0.41	1	0.31	-0.54*
Δ% Capacidad Anaeróbica (D')	0.78**	0.31	1	-0.35
Δ% Porcentaje Caída (PC)	-0.29	-0.54*	-0.35	1

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis correlacional muestra asociaciones significativas entre:

1. Cambio en Velocidad Pico y cambio en Capacidad Anaeróbica ($r=0.78$, $p<0.01$)
2. Cambio en Velocidad Crítica y cambio en Porcentaje de Caída ($r=-0.54$, $p<0.05$)

Estas correlaciones sugieren que los atletas que más mejoraron en Velocidad Pico también experimentaron los mayores incrementos en Capacidad Anaeróbica, y que las mejoras en Velocidad Crítica se asociaron con reducciones en el Porcentaje de Caída.

Las mejoras en capacidad anaeróbica fueron significativas, destacando el incremento en Velocidad Crítica (+6.59%) y Capacidad Anaeróbica (+12.37%), lo que refleja un mayor rendimiento en esfuerzos cortos e intensos. La correlación más fuerte con el rendimiento en 50m se observó con Velocidad Pico ($r=0.83$) y en 100m con Velocidad Crítica ($r=0.71$).

Eficiencia Técnica y Metabólica

Tabla 75

Resultados generales del Test de Benchmark pre y post intervención (n=12)

Variable	Pre	Post	%Cambio	t	p	d Cohen
Tiempo promedio (s)	196.24	192.14	-2.09%	8.37	<0.001**	0.84
Frecuencia cardíaca (ppm)	172.5	176.7	2.44%	3.04	0.013*	0.53
Lactato (mmol/L)	9.82	9.34	-4.89%	4.26	0.002**	0.72
Número de brazadas	38.5	36.88	-4.21%	3.93	0.003**	0.68
Índice Eficiencia de Brazada	2.3	2.4	4.39%	4.12	0.002**	0.7

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en todos los parámetros evaluados tras cuatro semanas de implementación del MI6. Se observa una reducción significativa en el tiempo promedio de nado (-2.09%, $p<0.001$), con un tamaño del efecto grande ($d=0.84$). Los niveles de lactato se redujeron en un 4.89% ($p=0.002$), sugiriendo una mayor eficiencia metabólica. El número de brazadas también disminuyó significativamente (-4.21%, $p=0.003$), reflejando una mejora en la economía técnica, mientras que el Índice de Eficiencia de Brazada aumentó un 4.39% ($p=0.002$).

Correlación entre Test de Benchmark y Rendimiento en 50m Libre

Tabla 76

Matriz de correlaciones entre variables del Test de Benchmark y rendimiento en 50m libre

Variable	Δ% 50m vs. Pre	Δ% 50m vs. PB
Δ% Tiempo promedio	-0.62*	-0.53*
Δ% Frecuencia cardíaca	0.32	0.21
Δ% Lactato	-0.67**	-0.58*
Δ% Número de brazadas	-0.59*	-0.49
Δ% Índice Eficiencia de Brazada	0.60*	0.53*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Correlación entre Test de Benchmark y Rendimiento en 10m Libre

Tabla 77

Matriz de correlaciones entre variables del Test de Benchmark y rendimiento en 100m libre

Variable	Δ% 100m vs. Pre	Δ% 100m vs. PB
Δ% Tiempo promedio	-0.71**	-0.63*
Δ% Frecuencia cardíaca	0.35	0.28
Δ% Lactato	-0.73**	-0.65*
Δ% Número de brazadas	-0.76**	-0.68**
Δ% Índice Eficiencia de Brazada	0.79**	0.72**

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados revelan correlaciones significativas entre las mejoras en el Test de Benchmark y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con patrones específicos diferenciados:

1. Para 50m libre, las correlaciones más fuertes se observaron con la reducción del lactato ($r=-0.67$) y el aumento en el Índice de Eficiencia de Brazada ($r=0.60$).
2. Para 100m libre, las correlaciones más fuertes se encontraron con el Índice de Eficiencia de Brazada ($r=0.79$), la reducción del número de brazadas ($r=-0.76$) y la reducción del lactato ($r=-0.73$).

3. Las correlaciones fueron generalmente más fuertes para 100m libre que para 50m libre, sugiriendo que la eficiencia técnica y metabólica tiene mayor impacto en el rendimiento en distancias más largas.

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo de los cambios en eficiencia técnica y metabólica sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 78

Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	Δ%Lactato	0.45	8.14	0.008**	-0.67	Δ%50m = 1.96 - 0.42 × (Δ%Lactato)
Δ%50m vs. Pre	Δ%IEB	0.36	5.62	0.019*	0.6	Δ%50m = 2.25 + 0.40 × (Δ%IEB)
Δ%50m vs. Pre	Modelo combinado*	0.58	6.87	0.006**	-	Δ%50m = 1.84 - 0.35 × (Δ%Lactato) + 0.29 × (Δ%IEB)

Nota: *El modelo combinado incluye Lactato e Índice de Eficiencia de Brazada como predictores

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 79

Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
Δ%100m vs. Pre	Δ%Número de brazadas	0.58	13.8	0.002**	-0.76	Δ%100m = 1.62 - 0.28 × (Δ%Brazadas)
Δ%100m vs. Pre	Δ%IEB	0.62	16.6	0.001**	0.79	Δ%100m = 1.56 + 0.28 × (Δ%IEB)
Δ%100m vs. Pre	Modelo combinado**	0.63	8.34	0.004**	-	Δ%100m = 1.48 - 0.11 × (Δ%Brazadas) + 0.22 × (Δ%IEB)

Nota: **El modelo combinado incluye Número de Brazadas e Índice de Eficiencia de Brazada como predictores

Fuente: Elaboración propia (2025).

1. Los modelos de regresión muestran que:
2. Para 50m libre, la reducción del lactato explica el 45% de la varianza en la mejora del rendimiento ($R^2=0.45$, $p=0.008$), mientras que el aumento en el Índice de Eficiencia de Brazada explica el 36% ($R^2=0.36$, $p=0.019$). Un modelo combinado que incluye ambos predictores explica el 58% de la varianza ($R^2=0.58$, $p=0.006$).

3. Para 100m libre, el Índice de Eficiencia de Brazada explica el 62% de la varianza ($R^2=0.62$, $p=0.001$), mientras que la reducción del número de brazadas explica el 58% ($R^2=0.58$, $p=0.002$). Un modelo combinado explica el 63% de la varianza ($R^2=0.63$, $p=0.004$).

4. Estos resultados confirman la especificidad de los predictores según la distancia de competición, con mayor relevancia de los factores metabólicos para 50m y de la eficiencia técnica para 100m.

Análisis por Género

Tabla 80
Comparación de cambios en el Test de Benchmark por género

Variable	Mujeres (%)	Hombres (%)	p (diferencia)
Δ% Tiempo promedio	-2.63	-1.55	0.034*
Δ% Frecuencia cardíaca	2.28	2.6	0.578
Δ% Lactato	-5.31	-4.47	0.342
Δ% Número de brazadas	-6.12	-2.3	0.008**
Δ% Índice Eficiencia de Brazada	+6.52	+2.26	0.011*

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis por género revela patrones diferenciados de adaptación, con interacciones significativas para tiempo promedio, número de brazadas e Índice de Eficiencia de Brazada. Las nadadoras mostraron una mayor reducción en el tiempo promedio (-2.63% vs -1.55%, $p=0.034$), mayor reducción en el número de brazadas (-6.12% vs -2.30%, $p=0.008$) y mayor incremento en el Índice de Eficiencia de Brazada (+6.52% vs +2.26%, $p=0.011$).

Tabla 81
Correlaciones entre Test de Benchmark y rendimiento por género

Variable	Δ%50m vs. Pre (M)	Δ%50m vs. Pre (H)	Δ%100m vs. Pre (M)	Δ%100m vs. Pre (H)
Δ%Lactato	-0.61*	-0.76**	-0.72*	-0.65*
Δ%Número de brazadas	-0.55*	-0.66*	-0.81**	-0.70*
Δ%Índice Eficiencia de Brazada	0.58*	0.64*	0.84**	0.69*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

M = Mujeres, H = Hombres

Las correlaciones por género muestran que:

1. En hombres, la reducción del lactato muestra la correlación más fuerte con el rendimiento en 50m ($r=-0.76$).
2. En mujeres, el Índice de Eficiencia de Brazada presenta la correlación más fuerte con el rendimiento en 100m ($r=0.84$).
3. La reducción del número de brazadas muestra correlaciones más fuertes con el rendimiento en 100m para mujeres ($r=-0.81$) que para hombres ($r=-0.70$).

Estos resultados sugieren que los mecanismos de transferencia entre eficiencia técnica/metabólica y rendimiento competitivo presentan especificidad por género.

Correlaciones entre Mejoras en diferentes parámetros

Tabla 82
Matriz de correlaciones entre variables del Test de Benchmark

Variable	Δ%Tiempo	Δ%FC	Δ%Lactato	Δ%Brazadas	Δ%IEB
Δ% Tiempo promedio	1.00	-0.26	0.48	0.56*	-0.52*
Δ% Frecuencia cardíaca	-0.26	1.00	-0.31	-0.17	0.19
Δ% Lactato	0.48	-0.31	1.00	0.72**	-0.69**
Δ% Número de brazadas	0.56*	-0.17	0.72**	1.00	-0.94**
Δ% Índice Eficiencia de Brazada	-0.52*	0.19	-0.69**	-0.94**	1.00

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis correlacional muestra asociaciones significativas entre la reducción del lactato y la disminución del número de brazadas ($r=0.72$, $p<0.01$), así como entre la reducción del número de brazadas y el aumento del Índice de Eficiencia de Brazada ($r=-0.94$, $p<0.01$). Estas correlaciones sugieren una estrecha relación entre la mejora técnica y la eficiencia metabólica.

Componentes predictivos combinados

Para evaluar la contribución relativa de los diferentes parámetros del Test de Benchmark al rendimiento competitivo, se desarrolló un Índice Compuesto de Eficiencia (ICE), calculado como:

$$\text{ICE} = (\Delta\% \text{ IEB} \times 0.4) - (\Delta\% \text{ Lactato} \times 0.3) - (\Delta\% \text{ Número de brazadas} \times 0.3)$$

Tabla 83

Correlación entre Índice Compuesto de Eficiencia y rendimiento competitivo

Variable	ICE
$\Delta\% 50m$ vs. Pre	0.71* *
$\Delta\% 100m$ vs. Pre	0.82* *
$\Delta\% 50m$ vs. PB	0.64*
$\Delta\% 100m$ vs. PB	0.73* *

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

El Índice Compuesto de Eficiencia mostró correlaciones significativas y fuertes con el rendimiento en ambas distancias, aunque la correlación fue más fuerte para 100m ($r=0.82$) que para 50m ($r=0.71$), confirmando el mayor impacto de la eficiencia técnica y metabólica combinada en pruebas de mayor duración.

Las mejoras en eficiencia técnica y metabólica fueron significativas, con una reducción del 2.09% en el tiempo promedio y del 4.89% en los niveles de lactato, lo que sugiere una mayor economía de esfuerzo. Estos resultados refuerzan la efectividad del modelo MI6 en la optimización técnica y fisiológica.

Ritmo Competitivo

Análisis General del Test de Race Pace

Tabla 84

Resultados generales del test Race Pace pre y post intervención (n=11)

Variable	Pre	Post	%Cambio	t	p	d Cohen
Tiempo 4x50m (s)	31.48	30.7	-2.47%	12.53	<0.001**	0.89
Tiempo 3x50m (s)	31.12	30.31	-2.61%	13.08	<0.001**	0.93
Tiempo 2x50m (s)	30.52	29.41	-3.64%	14.74	<0.001**	1.05
Tiempo 1x50m (s)	29.15	27.81	-4.59%	16.12	<0.001**	1.15
Índice de fluctuación (%)	7.87	7.65	-2.80%	5.21	<0.001**	0.82
Velocidad media (m/s)	1.73	1.79	3.47%	15.37	<0.001**	0.96
IMR(%)	107.99	110.39	2.22%	11.25	<0.001**	0.91

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en todos los parámetros evaluados en el test Race Pace tras cuatro semanas de implementación del MI6. Se observa una reducción progresiva en los tiempos medios para todas las configuraciones de series, siendo más pronunciada en las series más cortas. El tiempo en la serie de 4×50m disminuyó un 2.47% (p<0.001), mientras que en la serie de 1×50m la reducción alcanzó un 4.59% (p<0.001).

El índice de fluctuación, que cuantifica la variabilidad del rendimiento entre segmentos, mostró una reducción significativa del 2.80% (p<0.001), indicando una mayor capacidad para mantener un ritmo consistente. La velocidad media aumentó un 3.47% (p<0.001), pasando de 1.73±0.14 m/s a 1.79±0.15 m/s.

El Índice de Mantenimiento del Ritmo (IMR), que relaciona el rendimiento en series múltiples con el rendimiento en esfuerzos aislados, mostró un incremento significativo del 2.22% (p<0.001), reflejando una mejora en la capacidad para sostener el rendimiento en series repetidas.

Todos los cambios fueron estadísticamente significativos y mostraron tamaños del efecto moderados a grandes (d entre 0.82 y 1.15), lo que subraya la relevancia práctica de estas mejoras en un contexto de rendimiento deportivo de élite.

Correlación entre Test de Race Pace y Rendimiento Competitivo en 50 m Libre

Tabla 85

Matriz de correlaciones entre variables del Test de Race Pace y rendimiento en 50m libre

Variable	Δ%50m vs. Pre	Δ%50m vs. PB
Δ% Tiempo 4×50m	0.53*	0.44
Δ% Tiempo 3×50m	0.62*	0.51*
Δ% Tiempo 2×50m	0.78**	0.67**
Δ% Tiempo 1×50m	0.87**	0.74**
Δ% Índice de fluctuación	0.48	0.38
Δ% Velocidad media	0.76**	0.65**
Δ% IMR	0.34	0.29

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Correlación entre Test de Race Pace y Rendimiento Competitivo en 100 m Libre

Tabla 86

Matriz de correlaciones entre variables del Test de Race Pace y rendimiento en 100m libre

Variable	Δ%100m vs. Pre	Δ%100m vs. PB
Δ% Tiempo 4×50m	0.68**	0.59*
Δ% Tiempo 3×50m	0.71**	0.63*
Δ% Tiempo 2×50m	0.64*	0.57*
Δ% Tiempo 1×50m	0.59*	0.51*
Δ% Índice de fluctuación	0.62*	0.54*
Δ% Velocidad media	0.67**	0.58*
Δ% IMR	0.74**	0.64*

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados revelan correlaciones significativas entre las mejoras en el Test de Race Pace y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con patrones específicos diferenciados:

1. Para 50m libre, las correlaciones más fuertes se observaron con la mejora en el tiempo de 1×50m ($r=0.87$) y 2×50m ($r=0.78$), sugiriendo que el rendimiento en

esfuerzos máximos aislados o casi aislados es el mejor predictor para esta distancia.

2. Para 100m libre, las correlaciones más fuertes se encontraron con el Índice de Mantenimiento del Ritmo ($r=0.74$) y el tiempo en $3\times50m$ ($r=0.71$), indicando que la capacidad para mantener el rendimiento en series repetidas es más relevante para esta distancia.

3. Las correlaciones entre la mejora en velocidad media y el rendimiento fueron significativas para ambas distancias ($r=0.76$ para 50m; $r=0.67$ para 100m), confirmando la importancia central de este parámetro.

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo de los cambios en Race Pace sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 87

Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	Δ% Tiempo 1×50m	0.76	29.37	<0.001**	0.87	$\Delta\%50m = 0.62 + 0.74 \times (\Delta\% T1\times50m)$
Δ%50m vs. Pre	Δ% Tiempo 2×50m	0.61	14.12	0.002**	0.78	$\Delta\%50m = 1.38 + 0.72 \times (\Delta\% T2\times50m)$
Δ%50m vs. Pre	Modelo combinado*	0.82	19.44	<0.001**	-	$\Delta\%50m = 0.47 + 0.62 \times (\Delta\% T1\times50m) + 0.28 \times (\Delta\% T2\times50m)$

Nota: *El modelo combinado incluye Tiempo 1×50m y Tiempo 2×50m como predictores

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 88

Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
Δ%100m vs. Pre	Δ%IMR	0.54	12.97	0.003**	0.74	$\Delta\%100m = 0.85 + 0.87 \times (\Delta\%IMR)$
Δ%100m vs. Pre	Δ% Tiempo 3×50m	0.51	10.38	0.007**	0.71	$\Delta\%100m = 1.03 + 0.68 \times (\Delta\% T3\times50m)$
Δ%100m vs. Pre	Modelo combinado*	0.68	9.23	0.003**	-	$\Delta\%100m = 0.67 + 0.58 \times (\Delta\%IMR) + 0.41 \times (\Delta\% T3\times50m)$

Nota: **El modelo combinado incluye IMR y Tiempo 3×50m como predictores

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los modelos de regresión muestran que:

1. Para 50m libre, el tiempo en 1×50m explica el 76% de la varianza en la mejora del rendimiento ($R^2=0.76$, $p<0.001$), mientras que el tiempo en 2×50m explica el 61% ($R^2=0.61$, $p=0.002$). Un modelo combinado que incluye ambos predictores explica el 82% de la varianza ($R^2=0.82$, $p<0.001$).
2. Para 100m libre, el IMR explica el 54% de la varianza ($R^2=0.54$, $p=0.003$), mientras que el tiempo en 3×50m explica el 51% ($R^2=0.51$, $p=0.007$). Un modelo combinado explica el 68% de la varianza ($R^2=0.68$, $p=0.003$).

Estos resultados confirman la especificidad de los predictores según la distancia de competición, con mayor relevancia de los esfuerzos aislados para 50m y de la capacidad de mantenimiento para 100m.

Análisis por Género

Tabla 89

ANOVA de medidas repetidas - Tiempos en Race Pace por género

Fuente de variación	F	p	η^2 parcial
Tiempo (pre-post)	124.73	<0.001**	0.93
Configuración	187.62	<0.001**	0.95
Género	42.18	<0.001**	0.82
Tiempo × Configuración	35.46	<0.001**	0.8
Tiempo × Género	0.78	0.399	0.08
Configuración × Género	1.92	0.142	0.18
Tiempo × Configuración × Género	0.92	0.442	0.09

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

El ANOVA de medidas repetidas reveló efectos principales significativos del tiempo (pre-post) ($F=124.73$, $p<0.001$, $\eta^2=0.93$), la configuración de serie ($F=187.62$, $p<0.001$, $\eta^2=0.95$) y el género ($F=42.18$, $p<0.001$, $\eta^2=0.82$), confirmando la mejora general en el rendimiento tras la intervención, diferencias entre las distintas configuraciones de series, y diferencias en el rendimiento absoluto entre hombres y mujeres.

Se encontró una interacción significativa entre tiempo y configuración ($F=35.46$, $p<0.001$, $\eta^2=0.80$), indicando que la magnitud de la mejora difería según la estructura de la serie, con mayor mejora en las series más cortas. Sin embargo, no se observaron interacciones significativas entre tiempo y género ni entre tiempo, configuración y género, lo que sugiere que ambos grupos experimentaron patrones de mejora proporcionalmente similares.

Tabla 90
Porcentajes de cambio por género en el test Race Pace

Variable	Mujeres (%)	Hombres (%)	p (diferencia)
$\Delta\%$ Tiempo 4×50m	-2.33	-2.59	0.327
$\Delta\%$ Tiempo 3×50m	-2.41	-2.78	0.289
$\Delta\%$ Tiempo 2×50m	-3.35	-3.88	0.264
$\Delta\%$ Tiempo 1×50m	-4.38	-4.77	0.243
$\Delta\%$ Índice de fluctuación	-2.95	-2.67	0.487
$\Delta\%$ Velocidad media	3.29	3.62	0.312
$\Delta\%$ IMR	2.14	2.29	0.518

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis por género muestra patrones de mejora similares entre hombres y mujeres. Aunque los hombres exhibieron porcentajes de mejora ligeramente superiores en tiempo y velocidad media, y las mujeres mostraron una mayor reducción en el índice de fluctuación, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p>0.05$ para todas las comparaciones), lo que indica una respuesta comparable al programa MI6 independientemente del género.

Índice de Mantenimiento del Ritmo

El Índice de Mantenimiento del Ritmo (IMR) proporciona información sobre la capacidad del nadador para mantener el rendimiento en series múltiples en relación con su rendimiento máximo en esfuerzos aislados:

$$\text{IMR} = (\text{Tiempo medio } 4\times50\text{m} / \text{Tiempo } 1\times50\text{m}) \times 100$$

Valores más cercanos a 100 indican mayor capacidad para mantener el rendimiento en series múltiples.

Tabla 91
Evolución del Índice de Mantenimiento del Ritmo por género

Grupo	Pre	Post	%Cambio	t	p	d Cohen
Total	107.99	110.39	2.22%	11.25	<0.001**	0.91
Mujeres	108.34	110.66	2.14%	7.61	<0.001**	0.85
Hombres	107.71	110.17	2.29%	8.35	<0.001**	0.96

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados muestran una mejora significativa en el IMR para toda la muestra (+2.22%, p<0.001) y para ambos géneros por separado. Esta mejora indica que, tras las cuatro semanas de intervención, los nadadores incrementaron su capacidad para mantener el rendimiento en series múltiples en relación con su rendimiento máximo en esfuerzos aislados. La diferencia entre géneros en el porcentaje de mejora no fue estadísticamente significativa (p=0.518), lo que refuerza la conclusión de que ambos grupos respondieron de manera similar al programa MI6.

Correlaciones entre Variables del Test de Race Pace

Tabla 92
Matriz de correlaciones entre variables del test Race Pace

Variable	Δ% T4×50m	Δ% T3×50m	Δ% T2×50m	Δ% T1×50m	Δ% IF	Δ% VM	Δ% IMR
Δ% Tiempo 4×50m	1	0.83**	0.72**	0.64*	0.57*	0.78**	0.54*
Δ% Tiempo 3×50m	0.83**	1	0.85**	0.69**	0.62*	0.82**	0.43
Δ% Tiempo 2×50m	0.72**	0.85**	1	0.89**	0.72**	0.87**	0.27
Δ% Tiempo 1×50m	0.64*	0.69**	0.89**	1	0.63*	0.93**	0.12
Δ% Índice de fluctuación	0.57*	0.62*	0.72**	0.63*	1	0.67**	0.19
Δ% Velocidad media	0.78**	0.82**	0.87**	0.93**	0.67**	1	0.25
Δ% IMR	0.54*	0.43	0.27	0.12	0.19	0.25	1

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

T = Tiempo, IF = Índice de fluctuación, VM = Velocidad media, IMR = Índice de Mantenimiento del Ritmo

El análisis correlacional muestra asociaciones significativas entre las mejoras en las diferentes configuraciones del test. Las correlaciones más fuertes se observaron entre configuraciones adyacentes ($r=0.83$ entre $4\times50m$ y $3\times50m$; $r=0.85$ entre $3\times50m$ y $2\times50m$; $r=0.89$ entre $2\times50m$ y $1\times50m$), indicando una continuidad en la respuesta adaptativa a lo largo del espectro de exigencia.

La mejora en velocidad media mostró correlaciones fuertes con todas las configuraciones, siendo más elevada con el tiempo en $1\times50m$ ($r=0.93$). El IMR presentó correlaciones más débiles con las otras variables, siendo significativa solo con el tiempo en $4\times50m$ ($r=0.54$), lo que sugiere que representa un componente relativamente independiente del rendimiento.

El Test de Race Pace mostró mejoras significativas en la capacidad de los nadadores para mantener ritmos de competición, con una reducción del 4.59% en el tiempo del $1\times50m$ y un aumento del 2.22% en el Índice de Mantenimiento del Ritmo. La correlación más fuerte con 50m libre se observó en los tiempos de $1\times50m$ ($r=0.87$) y $2\times50m$ ($r=0.78$), mientras que en 100m libre el Índice de Mantenimiento del Ritmo ($r=0.74$) fue el mejor predictor.

Resistencia a la Velocidad

Análisis General del Broken Test

Tabla 93
Resultados generales del Broken Test pre y post intervención ($n=12$)

Variable	Pre	Post	%Cambio	t	p	d Cohen
Tiempo 25m1 (s)	13.46	13.04	-3.14%	8.93	<0.001**	1.12
Tiempo 25m2 (s)	13.72	13.28	-3.21%	9.12	<0.001**	1.15
Tiempo 50m (s)	25.82	24.8	-3.87%	10.24	<0.001**	1.29
Suma 2x25m (s)	27.18	26.32	-3.17%	9.03	<0.001**	1.14
Tiempo total (s)	53	51.12	-3.55%	9.64	<0.001**	1.09
Coeficiente de Eficiencia (%)	108.95	108.19	-0.70%	2.87	0.015*	0.53

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en todos los parámetros del Broken Test tras cuatro semanas de implementación del MI6. Los tiempos en los primeros 25 metros disminuyeron un 3.14% ($p<0.001$), mientras que los segundos 25 metros mostraron una reducción similar del 3.21% ($p<0.001$). El segmento de 50 metros presentó la mayor mejora relativa, con una reducción del 3.87% ($p<0.001$).

El tiempo final del test, sumando todos los segmentos, se redujo en un 3.55% ($p<0.001$), pasando de 53.00 ± 3.47 segundos a 51.12 ± 3.39 segundos. Todos los cambios mostraron tamaños del efecto grandes ($d > 1.0$), excepto el Coeficiente de Eficiencia que presentó un tamaño del efecto moderado ($d=0.53$).

Tabla 94
Matriz de correlaciones entre variables del Broken Test y rendimiento en 50m libre

Variable	$\Delta\%$ 50m vs. Pre	$\Delta\%$ 50m vs. PB
$\Delta\%$ Tiempo 25m1	0.76**	0.64*
$\Delta\%$ Tiempo 25m2	0.69**	0.57*
$\Delta\%$ Tiempo 50m	0.74**	0.62*
$\Delta\%$ Suma 2×25m	0.73**	0.61*
$\Delta\%$ Tiempo total	0.82**	0.70**
$\Delta\%$ Coeficiente de Eficiencia	0.41	0.33

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Correlaciones con Rendimiento en 100m Libre

Tabla 95
Matriz de correlaciones entre variables del Broken Test y rendimiento en 100m libre

Variable	$\Delta\%$ 100m vs. Pre	$\Delta\%$ 100m vs. PB
$\Delta\%$ Tiempo 25m1	0.63*	0.54*
$\Delta\%$ Tiempo 25m2	0.68**	0.59*
$\Delta\%$ Tiempo 50m	0.79**	0.71**
$\Delta\%$ Suma 2×25m	0.66*	0.57*
$\Delta\%$ Tiempo total	0.77**	0.68**
$\Delta\%$ Coeficiente de Eficiencia	0.57*	0.49

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados revelan correlaciones significativas entre las mejoras en el Broken Test y el rendimiento competitivo en ambas distancias, con patrones específicos diferenciados:

1. Para 50m libre, las correlaciones más fuertes se observaron con la mejora en el tiempo total del test ($r=0.82$) y con el primer segmento de 25m ($r=0.76$), sugiriendo la importancia de la velocidad inicial y la capacidad global en esta prueba.
2. Para 100m libre, las correlaciones más fuertes se encontraron con el tiempo en el segmento de 50m ($r=0.79$) y el tiempo total ($r=0.77$), indicando la mayor relevancia de la resistencia a la velocidad en distancias más largas.
3. El Coeficiente de Eficiencia mostró una correlación significativa solo con la mejora en 100m libre ($r=0.57$), pero no con 50m libre ($r=0.41$), reflejando la importancia diferencial de la eficiencia de nado según la distancia de competición.

Análisis de Regresión

Se realizaron análisis de regresión lineal para determinar el valor predictivo de los cambios en el Broken Test sobre el rendimiento competitivo.

Tabla 96

Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 50m libre

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
Δ%50m vs. Pre	Δ% Tiempo total	0.67	20.56	<0.001**	0.82	$\Delta\%50m = 1.01 + 0.85 \times (\Delta\% Tiempo total)$
Δ%50m vs. Pre	Δ% Tiempo 25m	0.58	13.78	0.004**	0.76	$\Delta\%50m = 1.38 + 0.84 \times (\Delta\% Tiempo 25m)$
Δ%50m vs. Pre	Modelo combinado*	0.71	12.03	0.003**	-	$\Delta\%50m = 0.87 + 0.59 \times (\Delta\% T.total) + 0.33 \times (\Delta\% T.25m)$

Nota: *El modelo combinado incluye Tiempo total y Tiempo 25m1 como predictores.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 97*Análisis de regresión lineal - Predictores para rendimiento en 100m libre*

Variable dependiente	Predictor	R ²	F	p	β estand.	Ecuación
$\Delta\%$ 100m vs. Pre	$\Delta\%$ Tiempo 50m	0.62	16.5	0.002**	0.79	$\Delta\%$ 100m = 0.84 + 0.50 \times ($\Delta\%$ Tiempo 50m)
$\Delta\%$ 100m vs. Pre	$\Delta\%$ Tiempo total	0.59	14.68	0.003**	0.77	$\Delta\%$ 100m = 0.92 + 0.53 \times ($\Delta\%$ Tiempo total)
$\Delta\%$ 100m vs. Pre	Modelo combinado*	0.68	10.39	0.004**	-	$\Delta\%$ 100m = 0.76 + 0.39 \times ($\Delta\%$ T.50m) + 0.28 \times ($\Delta\%$ T.total)

Nota: **El modelo combinado incluye Tiempo 50m y Tiempo total como predictores

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los modelos de regresión muestran que:

1. Para 50m libre, el tiempo total del Broken Test explica el 67% de la varianza en la mejora del rendimiento ($R^2=0.67$, $p<0.001$), mientras que el tiempo en el primer segmento de 25m explica el 58% ($R^2=0.58$, $p=0.004$). Un modelo combinado que incluye ambos predictores explica el 71% de la varianza ($R^2=0.71$, $p=0.003$).

2. Para 100m libre, el tiempo en el segmento de 50m explica el 62% de la varianza ($R^2=0.62$, $p=0.002$), mientras que el tiempo total del test explica el 59% ($R^2=0.59$, $p=0.003$). Un modelo combinado explica el 68% de la varianza ($R^2=0.68$, $p=0.004$).

Estos resultados confirman la especificidad de los predictores según la distancia de competición, con mayor relevancia del primer segmento de 25m para 50m libre y del segmento de 50m para 100m libre.

Análisis por Género

Tabla 98*ANOVA de medidas repetidas - Tiempo Final del Broken Test*

Fuente de variación	F	p	η^2 parcial
Tiempo (pre-post)	63.36	<0.001**	0.86
Género	18.47	0.002**	0.65
Tiempo \times Género	1.54	0.243	0.13

Nota: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Fuente: Elaboración propia (2025).

El ANOVA de medidas repetidas reveló un efecto principal significativo del tiempo (pre-post) ($F=63.36$, $p<0.001$, $\eta^2=0.86$), confirmando la mejora general en el rendimiento tras la intervención. También se encontró un efecto principal significativo del género ($F=18.47$, $p=0.002$, $\eta^2=0.65$), indicando diferencias en el rendimiento absoluto entre hombres y mujeres.

Sin embargo, la interacción Tiempo × Género no fue significativa ($F=1.54$, $p=0.243$, $\eta^2=0.13$), lo que sugiere que ambos grupos experimentaron mejoras proporcionales similares, sin diferencias significativas en los patrones de adaptación.

Tabla 99
Porcentajes de cambio por género en el Broken Test

Variable	Mujeres (%)	Hombres (%)	p (diferencia)
Δ% Tiempo 25m1	-3.05	-3.22	0.487
Δ% Tiempo 25m2	-3.08	-3.33	0.362
Δ% Tiempo 50m	-3.76	-3.99	0.417
Δ% Suma 2×25m	-3.06	-3.28	0.421
Δ% Tiempo total	-3.4	-3.69	0.327
Δ% Coeficiente de Eficiencia	-0.74	-0.65	0.598

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis por género muestra patrones de mejora similares entre hombres y mujeres. Aunque los hombres exhibieron porcentajes de mejora ligeramente superiores en casi todas las variables, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p>0.05$ para todas las comparaciones).

En ambos grupos, el componente de 50 metros presentó la mayor mejora relativa (mujeres: -3.76%, hombres: -3.99%), lo que sugiere un impacto particularmente positivo del entrenamiento en la capacidad para mantener el rendimiento en segmentos más largos.

Coeficiente de Eficiencia

El Coeficiente de Eficiencia (CE), calculado como $(T50/(T251+T252) \times 100)$, proporciona información sobre la capacidad del nadador para mantener rendimientos relativamente similares en segmentos de diferente duración. Valores más cercanos a 100

indican mayor eficiencia y menor degradación del rendimiento en segmentos más largos.

Tabla 100
Evolución del Coeficiente de Eficiencia por género

Grupo	Pre (%)	Post (%)	%Cambio	t	p	d Cohen
Total	108.95	108.19	-0.70%	2.87	0.015*	0.53
Mujeres	109.27	108.46	-0.74%	2.01	0.046*	0.48
Hombres	108.63	107.92	-0.65%	1.94	0.052	0.57

Nota: *p<0.05

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados muestran una ligera pero significativa reducción en el Coeficiente de Eficiencia para toda la muestra (-0.70%, p=0.015), indicando una mejora en la capacidad de los nadadores para mantener rendimientos relativamente similares en segmentos de diferente duración.

Analizando por género, las mujeres mostraron una reducción significativa (-0.74%, p=0.046), mientras que en los hombres la reducción fue similar en magnitud (-0.65%) pero no alcanzó la significación estadística (p=0.052), posiblemente debido a una mayor variabilidad en la respuesta individual.

Correlaciones entre Variables del Broken Test

Tabla 101
Matriz de correlaciones entre variables del Broken Test

Variable	Δ% T25m1	Δ% T25m2	Δ% T50m	Δ% Sum2x25	Δ% Total	Δ% CE
Δ% Tiempo 25m1	1	0.78**	0.65*	0.93**	0.83**	0.17
Δ% Tiempo 25m2	0.78**	1	0.67*	0.94**	0.86**	0.15
Δ% Tiempo 50m	0.65*	0.67*	1	0.69**	0.93**	0.63*
Δ% Suma 2x25m	0.93**	0.94**	0.69**	1	0.89**	0.16
Δ% Tiempo total	0.83**	0.86**	0.93**	0.89**	1	0.41
Δ% Coef. Eficiencia	0.17	0.15	0.63*	0.16	0.41	1

Nota: *p<0.05, **p<0.01

Fuente: Elaboración propia (2025).

T = Tiempo, CE = Coeficiente de Eficiencia

El análisis correlacional muestra asociaciones significativas entre las mejoras en los diferentes componentes del test. Las correlaciones más fuertes se observaron entre segmentos relacionados, como entre ambos segmentos de 25m ($r=0.78$) y entre cada segmento y la suma total (r entre 0.83 y 0.93).

El Coeficiente de Eficiencia mostró una correlación significativa solo con el tiempo en el segmento de 50m ($r=0.63$), pero no con los otros componentes, lo que sugiere que representa un aspecto relativamente independiente del rendimiento, específicamente relacionado con la capacidad para mantener la velocidad en segmentos más largos.

El Test de Race Pace mostró mejoras significativas en la capacidad de los nadadores para mantener ritmos de competición, con una reducción del 4.59% en el tiempo del 1x50m y un aumento del 2.22% en el Índice de Mantenimiento del Ritmo. La correlación más fuerte con 50m libre se observó en los tiempos de 1x50m ($r=0.87$) y 2x50m ($r=0.78$), mientras que en 100m libre el Índice de Mantenimiento del Ritmo ($r=0.74$) fue el mejor predictor.

Tabla 102
Resumen de Mejoras

	Categoría	Test / Parámetro	Cambio (%)	Valor p	d de Cohen	Resumen de Mejora
Rendimiento	Rendimiento Competitivo	50m Libre	-4.01	<0.001	1.07	Mejora destacada en sprint corto
	Rendimiento Competitivo	100m Libre	-2.79	<0.001	0.88	Mejora sólida en prueba
Fuerza Mx	Fuerza Máxima	Sentadilla	8.45	<0.001	2.13	Gran aumento de fuerza en tren inferior
	Fuerza Máxima	Remo Acostado	3.14	<0.001	1.36	Mejora moderada en fuerza de tracción
	Fuerza Máxima	Press Plano	2.32	<0.001	0.94	Significativo aumento de fuerza
VBT	Fuerza-Velocidad	Press Plano 85%	14.52	0.001	1.32	Mayor velocidad bajo carga elevada
	Fuerza-Velocidad	Sentadilla 75%	3.12	0.022	0.77	Mejora técnica/física moderada
	Fuerza-Velocidad	Remo 90%	3.5	0.026	0.74	Incremento consistente en velocidad de tracción
Pliometría	Capacidad Pliométrica	Push Ups	12.28	0.001	0.93	Gran incremento en potencia de empuje
	Capacidad Pliométrica	Squat Jump	2.84	0.041	0.84	Mejora modesta en salto estático
VP	Velocidad Progresiva	Promedio (15m-40m)	-4.97	<0.001	0.42	Mejora progresiva en velocidad lineal
CNOx	Capacidad Anaeróbica	Capacidad Anaeróbica	12.37	0.002	1.02	Notable aumento de capacidad anaeróbica
EFI	Eficiencia Técnica y Metabólica	Índice Eficiencia Brazada	4.39	0.002	0.92	Mejora en técnica de brazada
Prueba	Ritmo Competitivo	Tiempo 1x50m	-4.59	<0.001	1.15	Fuerte ganancia en ritmo competitivo
	Resistencia a la Velocidad	Tiempo Total (Broken Test)	-3.55	<0.001	1.12	Gran mejora en tolerancia a la velocidad

Nota: Elaboración propia (2025).

Análisis Diferencial

Diferencias por Género

El análisis por género reveló patrones diferenciados en la respuesta al modelo MI6:

1. *Fuerza y potencia*: Los hombres mostraron mayores mejoras en Press Plano al 85% (+16.85% vs +12.19%, p=0.037) y Push Ups (+22.71% vs +1.85%, p=0.005), evidenciando una respuesta superior en componentes de potencia de miembros superiores.
2. *Velocidad*: Los hombres presentaron mejoras significativamente superiores en distancias cortas (15m: 4.32% vs 2.17%, p=0.038; 20m: 5.09% vs 2.92%, p=0.046), reflejando mayor desarrollo de la capacidad acelerativa.
3. *Resistencia específica*: Las mujeres mostraron mayor incremento en Velocidad Crítica (+7.41% vs +5.78%, p=0.039), mayor reducción en el Porcentaje de Caída (-13.21% vs -4.68%, p=0.012), y mejoras significativas en los índices de mantenimiento de velocidad, evidenciando mayor optimización de componentes de resistencia específica.
4. *Eficiencia técnica*: Las nadadoras presentaron mayor reducción en el número de brazadas (-6.12% vs -2.30%, p=0.008) y mayor incremento en el Índice de Eficiencia de Brazada (+6.52% vs +2.26%, p=0.011), reflejando mayor optimización técnica.

Estos patrones diferenciados sugieren mecanismos adaptativos específicos por género, con mayor tendencia en hombres hacia mejoras en componentes de potencia y velocidad pura, mientras que las mujeres muestran mayor optimización en componentes de eficiencia técnica y resistencia a la velocidad.

Diferencias por Distancia Competitiva

El análisis de la especificidad por distancia competitiva reveló patrones consistentes:

1. *Magnitud de mejora*: La mejora en rendimiento fue significativamente mayor en 50m libre (4.01%) que en 100m libre (2.79%), con una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.027$).

2. *Predictores específicos*:

- Para 50m libre: Velocidad Pico ($r=0.83$), tiempo en $1\times50m$ ($r=0.87$), y primer segmento de 25m ($r=0.76$) fueron los mejores predictores
- Para 100m libre: Velocidad Crítica ($r=0.71$), Índice de Mantenimiento del Ritmo ($r=0.74$), y Índice de Eficiencia de Brazada ($r=0.79$) mostraron mayor relevancia

3. *Transferencia diferencial*: Los componentes de potencia y velocidad pura mostraron mayor transferencia a 50m, mientras que los indicadores de resistencia específica y eficiencia técnica presentaron mayor impacto en 100m.

Estos hallazgos confirman la especificidad de las adaptaciones según el perfil energético y técnico de cada distancia competitiva, validando la capacidad del modelo MI6 para generar adaptaciones diferenciadas relevantes para cada especialidad.

Variabilidad Individual en la Respuesta

El análisis de la respuesta individual al modelo MI6 reveló una considerable variabilidad:

1. *Rendimiento competitivo*: Coeficiente de variación del 64.34% para 50m y 30.50% para 100m
2. *Fuerza máxima*: Variabilidad entre 24.85% (sentadilla) y 53.62% (press plano)
3. *Capacidad anaeróbica*: Variabilidad entre 18.7% (Velocidad Pico) y 42.1% (Capacidad Anaeróbica)

Esta heterogeneidad refleja la influencia de factores individuales como el estado de entrenamiento previo, perfil genético, y respuesta específica a los diferentes componentes del programa. A pesar de esta variabilidad, la alta tasa de éxito en competición (83.3% superando marcas históricas) demuestra la robustez del modelo para producir adaptaciones positivas en la mayoría de los atletas.

Discusión General

Efectividad del Modelo MI6 para el Rendimiento Competitivo: Los resultados obtenidos proporcionan evidencia sólida sobre la efectividad del modelo MI6 para mejorar el rendimiento competitivo en nadadores velocistas de élite. Las mejoras estadísticamente significativas en tiempos de competición (50m: +4.01%, 100m: +2.79%) superan ampliamente los valores típicamente reportados en la literatura para intervenciones de duración similar, que oscilan entre 1-2% (Nugent et al., 2017). Esta magnitud de mejora resulta particularmente relevante considerando que la muestra estaba compuesta por nadadores de élite, en quienes pequeños cambios porcentuales representan avances sustanciales.

La capacidad del modelo para inducir mejoras que superan las mejores marcas personales históricas en el 83.3% de los atletas demuestra su potencial para optimizar el rendimiento más allá de niveles previamente alcanzados. Este hallazgo desafía la concepción tradicional que considera necesarios períodos más prolongados para alcanzar picos de rendimiento superiores a marcas históricas en atletas de élite.

La mayor efectividad observada para 50m libre en comparación con 100m libre (diferencia de 1.22%, $p=0.027$) sugiere que el modelo MI6 es particularmente efectivo para optimizar capacidades relacionadas con la velocidad pura y potencia anaeróbica. Sin embargo, la mejora significativa en 100m libre confirma su eficacia también para pruebas que requieren una combinación de velocidad y resistencia específica.

Mecanismos de Adaptación y Transferencia: El análisis integrado de los resultados permite identificar tres mecanismos principales que explican la efectividad del modelo MI6:

Adaptaciones neurales aceleradas: Las mejoras significativas en fuerza máxima, fuerza-velocidad y capacidad pliométrica en tan solo cuatro semanas sugieren adaptaciones predominantemente neurales, incluyendo mejoras en el reclutamiento y sincronización de unidades motoras. Estos cambios neurofisiológicos aparecen antes que las adaptaciones estructurales y pueden explicar la rápida transferencia al rendimiento competitivo (Sale, 2003; Folland & Williams, 2007).

Optimización de la eficiencia técnica bajo fatiga: Arellano et al. (2022) observaron

que nadadores finalistas en un campeonato europeo ajustaron componentes técnicos como la frecuencia de brazada, longitud de brazada y fases subacuáticas entre rondas, lo que sugiere una optimización técnica progresiva aun en presencia de fatiga acumulada por la competición. Esta adaptación podría explicarse por la integración estratégica de estímulos técnicos y condicionales en el modelo MI6.

Mejora en resistencia específica a la velocidad: Los incrementos en Velocidad Crítica, reducción del Porcentaje de Caída, y mejora del Índice de Mantenimiento del Ritmo indican adaptaciones específicas en la capacidad para sostener velocidades cercanas a la máxima durante toda la prueba. Estas adaptaciones podrían atribuirse a mejoras en la capacidad buffer, eficiencia metabólica y capacidad anaeróbica (Ruiz-Navarro et al., 2025).

Estos mecanismos operan de manera sinérgica e integrada, maximizando la transferencia al rendimiento competitivo en un período relativamente corto. La estrategia del MI6 de combinar estímulos específicos desde el inicio, en lugar de desarrollar secuencialmente las capacidades, parece ser clave para esta transferencia acelerada.

Especificidad por Género y Distancia: Los resultados revelan patrones diferenciados de adaptación según género y distancia competitiva, que deben considerarse para la optimización e individualización del modelo MI6:

Las mujeres mostraron mayor tendencia a optimizar componentes de eficiencia técnica y resistencia específica, mientras que los hombres presentaron mayor desarrollo en componentes de potencia y velocidad pura. Esta diferencia podría atribuirse a factores fisiológicos como la distribución de tipos de fibras musculares, respuesta hormonal al entrenamiento, y patrones de fatiga (Hunter, 2014; Tarnopolsky, 2008).

La especificidad por distancia competitiva se refleja en los diferentes predictores de rendimiento identificados para 50m y 100m libre. Esta especificidad sugiere la posibilidad de ajustar componentes del MI6 según la especialidad del nadador, enfatizando elementos de velocidad pura para especialistas en 50m y componentes de resistencia específica para especialistas en 100m.

A pesar de estas diferencias, la ausencia de interacciones significativas Tiempo × Género en el rendimiento competitivo sugiere que el MI6, en su estructura general, es efectivo para ambos géneros y distancias, aunque la magnitud de mejora pueda variar

según estas características.

Implicaciones para la Periodización Deportiva: Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones para la teoría y práctica de la periodización deportiva:

La magnitud de las mejoras observadas en tan solo seis semanas desafía concepciones tradicionales sobre los tiempos mínimos necesarios para generar adaptaciones significativas en atletas de élite. Estos resultados respaldan modelos contemporáneos de periodización que enfatizan la concentración estratégica de estímulos y la integración simultánea de componentes (Issurin, 2010; González-Badillo et al., 2022).

Issurin (2010) plantea que los modelos contemporáneos de periodización —como la periodización en bloques— se basan en la concentración estratégica de estímulos, mediante ciclos especializados que permiten maximizar adaptaciones en habilidades específicas y controlar la fatiga, en contraste con los modelos tradicionales que buscan desarrollar muchas capacidades simultáneamente. De manera complementaria, González-Badillo et al. (2022) argumentan que el monitoreo de la velocidad de ejecución durante el entrenamiento autorregula la carga, posibilita prescripciones precisas sin dependencias de %1RM y promueve la integración simultánea de componentes como fuerza, velocidad y control neuromuscular, alineándose con un paradigma de periodización donde los estímulos concentrados y adaptativos permiten optimizar los resultados en intervenciones relativamente breves

La efectividad del desarrollo simultáneo de capacidades, en lugar de la periodización secuencial tradicional, valida los principios de integración y especificidad inmediata que fundamentan el MI6. Este enfoque responde a las demandas del deporte contemporáneo, caracterizado por calendarios competitivos congestionados y la necesidad de mantener altos niveles de rendimiento durante períodos prolongados.

La identificación de predictores específicos de rendimiento proporciona herramientas prácticas para la monitorización y evaluación del progreso durante la implementación del modelo. Estas relaciones predictivas permiten establecer objetivos realistas y adaptar el programa según la respuesta individual.

Validación de Objetivos e Hipótesis

Validación de Objetivos Específicos

Objetivo 1: Desarrollar un programa de entrenamiento integrado de seis semanas.

El programa MI6 ha sido desarrollado e implementado con éxito, demostrando una estructura coherente, progresiva y fundamentada científicamente. Las mejoras significativas en todos los componentes evaluados validan la eficacia de la estructura en tres bloques secuenciales (Desarrollo de Velocidad, Estrés No Oxidativo y Tapering).

Objetivo 2: Aplicar el programa en nadadores velocistas de élite.

La aplicación del programa ha sido completada con éxito en los 12 participantes, con alta adherencia (97.8% de las sesiones) y sin lesiones o síntomas de sobreentrenamiento, demostrando su viabilidad práctica.

Objetivo 3: Monitorizar la progresión durante el programa.

Los protocolos de evaluación implementados han demostrado sensibilidad para detectar cambios significativos en todos los componentes evaluados, permitiendo una visión multidimensional del progreso y facilitando la identificación de patrones individuales de respuesta.

Objetivo 4: Evaluar la efectividad en los tiempos de competencia.

Los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento competitivo: 50m libre (+4.01%, p<0.001), 100m libre (+2.79%, p<0.001), con tamaños del efecto grandes ($d=1.07$ para 50m; $d=0.88$ para 100m). La superación de mejores marcas personales históricas en el 83.3% de los atletas demuestra la capacidad del modelo para optimizar el rendimiento más allá de niveles previos.

Objetivo 5: Validar la efectividad del modelo.

La evidencia empírica confirma la efectividad del MI6 como estrategia de entrenamiento para nadadores velocistas de élite, demostrando capacidad para generar adaptaciones significativas en un período ultracorto de seis semanas. La identificación de mecanismos específicos de transferencia proporciona una base sólida para comprender el funcionamiento del modelo.

Comprobación de Hipótesis

Hipótesis Principal: "La implementación de un modelo de entrenamiento integrado de seis semanas mejorará significativamente el rendimiento de nadadores velocistas de élite en competiciones de 50 y 100 metros estilo libre"

Esta hipótesis queda plenamente confirmada por los resultados obtenidos:

- Mejora estadísticamente significativa en 50m libre (4.01%, p<0.001) y 100m libre (2.79%, p<0.001)
- Alta tasa de éxito: 91.7% de atletas mejorando en 50m y 100% en 100m respecto a marcas pre-intervención
- Superación de mejores marcas personales históricas en el 83.3% de los atletas en ambas distancias
- Significancia práctica demostrada por tamaños del efecto grandes

Hipótesis Secundaria: "La mejora en el rendimiento se asociará con adaptaciones específicas en fuerza, técnica y velocidad, mostrando una transferencia efectiva hacia el rendimiento competitivo"

Esta hipótesis también queda confirmada:

- Mejoras estadísticamente significativas en todos los componentes evaluados.
- Correlaciones significativas entre mejoras en componentes específicos y rendimiento competitivo.
- Modelos predictivos que explican un alto porcentaje de la varianza en el rendimiento
- Identificación de mecanismos específicos de transferencia.

Conclusiones

La validación empírica del modelo MI6 proporciona evidencia contundente sobre su efectividad como estrategia de entrenamiento para nadadores velocistas de élite. Los resultados confirman el cumplimiento de todos los objetivos planteados y validan ambas hipótesis de investigación, demostrando que es posible generar adaptaciones

significativas y mejorar el rendimiento competitivo en un período ultracorto de seis semanas mediante la integración estratégica y secuenciada de estímulos específicos.

Los principales hallazgos incluyen:

1. *Mejoras significativas en rendimiento competitivo:* Incrementos estadísticamente significativos en el rendimiento en 50m libre (+4.01%, p<0.001) y 100m libre (+2.79%, p<0.001), con tamaños del efecto grandes.
2. *Superación de marcas históricas:* El 83.3% de los atletas superaron sus mejores marcas personales históricas en ambas distancias, demostrando la capacidad del modelo para optimizar el rendimiento más allá de niveles previamente alcanzados.
3. *Adaptaciones multidimensionales:* Mejoras significativas en fuerza máxima, fuerza-velocidad, capacidad pliométrica, velocidad progresiva, capacidad anaeróbica, eficiencia técnica y resistencia a la velocidad, evidenciando el carácter integral del modelo.
4. *Mecanismos de transferencia identificados:* Adaptaciones neurales aceleradas, optimización de la eficiencia técnica, y mejora en la resistencia específica a la velocidad, operando de manera sinérgica.
5. *Patrones específicos por género y distancia:* Diferencias en los mecanismos adaptativos y predictores de rendimiento según género y especialidad competitiva, que deben considerarse para la individualización del modelo.

Esta validación representa una contribución significativa al campo de la periodización deportiva, estableciendo un nuevo paradigma para la optimización del rendimiento en contextos con limitaciones temporales. El modelo MI6 emerge como una alternativa científicamente validada para situaciones específicas como preparaciones directas para competiciones clave, recuperación post-lesión o ajustes entre ciclos competitivos, respondiendo a una necesidad real en el panorama deportivo contemporáneo.

La robustez de los resultados, la consistencia de las mejoras en diferentes componentes del rendimiento, y la identificación de mecanismos específicos de transferencia proporcionan una base sólida para la aplicación práctica del modelo y para futuras investigaciones en este ámbito.

CAPÍTULO V

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA

Introducción

El MI6 no es una hipótesis metodológica, sino una construcción científica articulada con los principios contemporáneos del entrenamiento. Su aplicabilidad, fundamentación y coherencia lo posicionan como una herramienta de referencia para la planificación en deportes de velocidad, especialmente cuando los tiempos de preparación son limitados.

Contexto

En el exigente mundo de la natación competitiva, donde las centésimas de segundo marcan la diferencia entre la gloria y el anonimato, la búsqueda de métodos de entrenamiento más eficientes se ha convertido en una constante. La presente propuesta metodológica nace precisamente de esta necesidad: ofrecer una alternativa sistemáticamente estructurada, que responda a las demandas del deporte contemporáneo, caracterizado por calendarios competitivos cada vez más congestionados y una presión permanente por mantener niveles de rendimiento óptimos.

El Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) surge como respuesta a un vacío metodológico identificado a lo largo de una trayectoria profesional en el entrenamiento de nadadores velocistas de élite. La observación sistemática de contextos reales de entrenamiento evidenció que los modelos tradicionales de periodización presentan limitaciones sustantivas frente a escenarios como intervalos reducidos entre competiciones clave, procesos de recuperación post-lesión, o la necesidad de alcanzar picos de rendimiento en momentos específicos del calendario. Estas condiciones exigen soluciones metodológicas que prioricen la eficiencia sin sacrificar especificidad ni transferencia.

El modelo MI6 se fundamenta en el principio de preparación directa a la competencia, privilegiando desde el inicio del ciclo la especificidad del estímulo y la adaptabilidad neuromuscular. Esta estructura permite generar adaptaciones relevantes en períodos reducidos, siendo útil tanto para preparaciones precompetitivas directas como para procesos de retapering. Su capacidad para inducir adaptaciones funcionales en apenas seis semanas lo hace compatible con el calendario internacional moderno, caracterizado por múltiples compromisos competitivos en espacios breves.

Una característica distintiva del MI6 es su lógica estructural basada en tres bloques secuenciales: el primero, orientado al desarrollo de la velocidad y la potencia no oxidativa (semanas 1-2); el segundo, centrado en la generación de máximo estrés neuromuscular (semana 3- 4); y el tercero, configurado como un tapering especializado (semanas 5-6). Esta secuencia responde a fundamentos fisiológicos y metodológicos que integran componentes de fuerza máxima, fuerza-velocidad, pliometría y trabajo específico de velocidad, organizados en una periodización zonal adaptativa.

En este capítulo se presentan las bases conceptuales, fisiológicas y metodológicas que sostienen el diseño del modelo MI6, incluyendo sus principios de carga, la lógica de estructuración de los bloques, la integración de las distintas manifestaciones de la fuerza y la articulación con el componente técnico-condicional del rendimiento en natación de velocidad. La validación empírica del modelo ha sido desarrollada en el capítulo anterior; por tanto, este análisis se enfoca exclusivamente en la fundamentación científica que sostiene su estructura operativa y su coherencia con los principios contemporáneos del entrenamiento deportivo.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y fundamentar teóricamente el modelo de entrenamiento Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) para nadadores velocistas, integrando principios neurofisiológicos, biomecánicos y metodológicos contemporáneos que permitan optimizar el rendimiento competitivo en ciclos de preparación ultracortos.

Objetivos Específicos

Analizar los fundamentos teóricos y científicos que justifican la inclusión de las distintas manifestaciones de la fuerza (máxima, fuerza-velocidad y pliométrica) en programas de entrenamiento para nadadores velocistas.

Estructurar la propuesta metodológica del modelo MI6 en bloques secuenciales, identificando su lógica de organización, principios de carga y adaptación funcional.

Fundamentar la integración del componente de velocidad dentro del modelo MI6, destacando su importancia en el rendimiento específico de pruebas de corta distancia en natación.

Establecer la coherencia interna del modelo MI6 en relación con los principios de especificidad, individualización, transferencia motriz y eficiencia adaptativa en contextos de preparación ultracortos.

El MI6 como Modelo Consolidado

El Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) representa una propuesta metodológica robusta, con fundamentos sólidos en la teoría del entrenamiento deportivo contemporáneo, orientada a responder a los desafíos específicos del alto rendimiento en la natación velocista. Su diseño responde al objetivo de equilibrar eficiencia temporal, especificidad de estímulos y sensibilidad adaptativa, pilares ampliamente abordados en la literatura sobre periodización integrada y transferencia condicional.

A diferencia de los modelos tradicionales que requieren largos períodos para inducir adaptaciones significativas, el MI6 estructura sus cargas en bloques secuenciales que priorizan desde el inicio el gesto competitivo. Esta estrategia es coherente con enfoques actuales que integran capacidades físicas, técnicas y psicológicas, optimizando la interacción entre sistemas neuromuscular, energético y coordinativo.

Su secuencia —Desarrollo Condicional y Cognitivo, Máximo Estrés No Oxidativo y Tapering Competitivo— permite una planificación estratégica para alcanzar picos de forma en ciclos breves. Cada bloque se fundamenta en principios como la supercompensación, la especificidad y la variabilidad individual, garantizando una

respuesta adaptativa efectiva en el corto plazo.

Desde la teoría del entrenamiento, el MI6 se sustenta en principios como la reversibilidad, que exige minimizar los efectos de la desadaptación; la individualización, que reconoce la variabilidad inter e intraindividual; y la continuidad, que permite encadenar estímulos tras fases de transición. Su flexibilidad también le permite funcionar como herramienta para retapering o preparación de última hora ante cambios de calendario.

Finalmente, el modelo se alinea con enfoques de periodización flexible, priorizando la respuesta del atleta sobre esquemas rígidos. Esto facilita su aplicación a distintos perfiles competitivos y lo posiciona como un sistema autónomo, adaptable y transferible, diseñado para contextos reales de alta exigencia. Así, el MI6 constituye no una hipótesis teórica, sino una propuesta consolidada y sistematizada que responde eficazmente a las necesidades actuales del entrenamiento deportivo de alto rendimiento.

Justificación Científica del Modelo MI6

Dimensión Científica: El Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) constituye una propuesta metodológica que responde a las exigencias contemporáneas del alto rendimiento deportivo, particularmente en la natación de velocidad. Su diseño se fundamenta en una lógica estructural basada en bloques funcionales, que permiten la integración progresiva de componentes condicionales críticos como la fuerza máxima, la fuerza-velocidad, la pliometría, la resistencia anaeróbica y la técnica específica del gesto competitivo.

El enfoque por bloques del MI6-que incluye fases de desarrollo de potencia no oxidativa, estrés máximo y tapering-se alinea con los fundamentos de la periodización contemporánea, en especial con los modelos de carga concentrada que han demostrado eficacia en contextos de tiempo limitado (Issurin, 2010). Esta estructura permite inducir adaptaciones rápidas y transferibles mediante la concentración de estímulos específicos, especialmente relevantes en deportistas con historial de entrenamiento previo y alta sensibilidad neuromuscular.

Desde una perspectiva energética, el modelo prioriza el desarrollo de sistemas

anaeróbicos -particularmente el sistema fosfágico (ATP-PCr) y el glucolítico-, dada su implicancia directa en pruebas de corta duración y alta intensidad. Casado et, al. (2023) destaca que la eficiencia competitiva en estos entornos depende del entrenamiento de la capacidad de tolerancia y producción de lactato, así como del reclutamiento neural eficiente y sostenido bajo condiciones de fatiga aguda.

La fuerza y sus manifestaciones (máxima, fuerza-velocidad y pliométrica) tienen un rol determinante en la mejora del rendimiento específico. Zatsiorsky y Kraemer (2006) subrayan la importancia del reclutamiento de unidades motoras de alto umbral y la coordinación intermuscular para mejorar la salida y los virajes, componentes críticos en pruebas velocistas. La integración de protocolos de VBT (Velocity-Based Training) permite además prescripciones precisas sin necesidad de cargas máximas absolutas, facilitando el control de la fatiga y aumentando la especificidad neuromuscular (Pareja-Blanco et al., 2020).

Desde el punto de vista técnico, el modelo reconoce la importancia de la mecánica del gesto como variable de rendimiento. García-Ramos, Jaric & González-Badillo (2018) destacan que la técnica en ejercicios potentes no puede desvincularse de la capacidad de aplicar fuerza de forma rápida y específica, especialmente bajo fatiga. Destacan que la eficiencia técnica no solo depende del patrón gestual, sino también del soporte condicional que permite sostenerlo bajo presión competitiva. Estos autores afirman que "los factores condicionales no pueden disociarse de los determinantes técnicos si se pretende un rendimiento estable y transferible", subrayando la necesidad de un enfoque integrado entre técnica, fuerza y velocidad.

Esta visión se refleja en la arquitectura del MI6, que plantea una integración temprana del trabajo técnico con bloques específicos de fuerza-velocidad, evitando la segmentación excesiva de las capacidades y fomentando la transferencia directa al gesto competitivo. Además, se prioriza el desarrollo de potencia explosiva en tiempos reducidos, tanto en miembros inferiores como superiores, lo que se traduce en una mayor eficacia en salidas, virajes y fases subacuáticas.

Por otra parte, el componente aeróbico-residual, aunque no prioritario, es contemplado en el modelo bajo la forma de tareas de recuperación activa y trabajos a baja intensidad, manteniendo la base metabólica sin interferir con los objetivos

principales. Según Olbrecht (2010), la planificación y periodización modernas en deportes como la natación y el triatlón promueven una recuperación óptima tras las cargas anaeróbicas intensas, gracias a una dosificación precisa de estímulos y pausas estratégicas. Este enfoque posibilita preservar la capacidad de recuperación entre estímulos sin comprometer el desarrollo anaeróbico específico, al equilibrar fases de alta intensidad con tiempos adecuados de regeneración

Finalmente, la estructura compacta del MI6 responde a una necesidad operativa del entorno competitivo actual: optimizar el rendimiento en ciclos de seis semanas, ajustándose a calendarios sobrecargados y demandas de retapering o preparación rápida. Este tipo de organización temporal, altamente eficaz, no solo permite inducir adaptaciones relevantes, sino también reorganizar la lógica de la planificación en función de prioridades estratégicas concretas.

La alta exigencia de la natación competitiva actual, caracterizada por calendarios internacionales densos y escasa disponibilidad temporal entre eventos clave, plantea desafíos importantes en la planificación del entrenamiento. Frente a este panorama, el Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) surge como una respuesta metodológica innovadora y necesaria. Esta propuesta se configura como un modelo de intervención estructurado, diseñado para inducir adaptaciones significativas en plazos breves, sin comprometer la especificidad del estímulo ni la calidad del proceso.

A diferencia de los modelos tradicionales que requieren extensas fases de acumulación, el MI6 prioriza desde el inicio la integración de estímulos específicos orientados al rendimiento competitivo inmediato. Su estructura de tres bloques — Desarrollo de velocidad y potencia no oxidativa (semanas 1-2), Máximo Estrés No Oxidativo (semana 3-4), y Tapering especializado (semanas 5-6)— responde a una lógica progresiva sustentada en fundamentos fisiológicos, neurofuncionales y metodológicos contemporáneos. Esta configuración permite resolver desafíos frecuentes del deporte de alto nivel, como el reingreso post-lesión, la preparación para competencias múltiples o el retapering de forma estratégica.

En este marco, la justificación del modelo no se limita a su utilidad práctica, sino que se fortalece desde cuatro dimensiones fundamentales de la investigación aplicada:

Dimensión Ontológica: Desde una perspectiva ontológica, el modelo parte del

reconocimiento del rendimiento deportivo como una realidad objetiva, observable y susceptible de modificación. Se considera que las capacidades condicionales, técnicas y coordinativas del nadador pueden ser moduladas mediante una manipulación precisa y planificada de los estímulos de carga. Esta visión sostiene que el proceso de entrenamiento es transformador por naturaleza y que, bajo una estructura adecuada, puede generar cambios reales y medibles en contextos exigentes.

Dimensión Epistemológica: En cuanto al enfoque epistemológico, el modelo MI6 se enmarca dentro del paradigma positivista y el enfoque cuantitativo-explicativo. Esta orientación permite comprender la planificación como una secuencia lógica de estímulos cuyo impacto puede analizarse en función de variables controlables y resultados observables. La validez del modelo radica en su coherencia interna, en su posibilidad de ser replicado en otros contextos similares y en su consistencia con las bases científicas de la fisiología del ejercicio, la neurociencia del rendimiento y la planificación deportiva integrada.

Dimensión Axiológica: La dimensión axiológica confiere al modelo un fuerte compromiso con principios éticos del entrenamiento: la optimización del tiempo y los recursos, la preservación de la salud del deportista y la responsabilidad metodológica en contextos de alta demanda. El MI6 se construye como una herramienta al servicio del bienestar del atleta, promoviendo estrategias de individualización, equidad entre géneros y seguimiento continuo de las respuestas adaptativas. Estos valores refuerzan la legitimidad del modelo como una propuesta respetuosa, eficaz y comprometida con el desarrollo integral del deportista.

Dimensión Teleológica. Finalmente, desde la perspectiva teleológica, el propósito último del MI6 trasciende la mejora puntual del rendimiento. El modelo tiene como meta instaurar un enfoque de trabajo replicable, adaptable y funcional para el entrenamiento de nadadores velocistas en ciclos ultracortos. Su aplicabilidad práctica, junto con su fundamentación científica, lo posiciona como una herramienta estratégica para entrenadores y cuerpos técnicos que requieren soluciones eficaces ante la complejidad del calendario competitivo moderno.

En síntesis, el MI6 se consolida como una propuesta metodológica científicamente justificada, filosóficamente fundamentada y operacionalmente aplicable. Su estructura

compacta, su orientación específica y su coherencia con los principios contemporáneos del entrenamiento deportivo lo convierten en una contribución relevante al campo de la planificación del rendimiento en la natación de velocidad.

Justificación Metodológica del Modelo

El diseño metodológico del Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) se sustenta en principios científicos y estructurales que lo posicionan como una propuesta coherente, aplicable y funcional dentro del paradigma contemporáneo del entrenamiento deportivo. Desde esta perspectiva, su concepción responde no solo a una necesidad operativa —la preparación eficiente de nadadores velocistas en tiempos reducidos—, sino también a una lógica investigativa alineada con postulados del conocimiento sistemático.

El modelo MI6 ha sido estructurado sobre bases metodológicas coherentes con el enfoque cuantitativo y explicativo que caracteriza a la ciencia del deporte de alto rendimiento. Asume que las cargas de entrenamiento, debidamente planificadas y organizadas, pueden inducir adaptaciones objetivas y medibles en las capacidades físicas, técnicas y funcionales del atleta. Este supuesto se alinea con el paradigma *positivista*, donde el rendimiento es entendido como un fenómeno susceptible de ser descrito, evaluado y optimizado mediante el control y análisis de variables específicas.

Desde esta lógica, el MI6 propone una estructura basada en bloques funcionales, organizados secuencialmente según principios de carga progresiva, especificidad y supercompensación. Su diseño metodológico se fundamenta en criterios como la integración de sistemas energéticos, la adaptación neuromuscular, la transferencia motriz y el control funcional de la carga. Así, el modelo no surge de una intuición empírica, sino de un proceso racional, fundamentado teóricamente y validado por su coherencia con los principios universales del entrenamiento.

Además, la estructura del MI6 incorpora elementos metodológicos contemporáneos como el seguimiento por zonas de intensidad, la integración del entrenamiento técnico-condicional y el uso de indicadores de adaptación funcional que permiten una aplicación individualizada. Estos aspectos metodológicos refuerzan la validez interna del modelo y su aplicabilidad en escenarios reales de alta exigencia,

posicionándolo como una alternativa viable frente a las limitaciones de la periodización tradicional.

En síntesis, el MI6 se presenta como una construcción metodológica sólida que articula de manera eficiente los principios científicos del entrenamiento con las necesidades del contexto competitivo actual. Su justificación metodológica radica en su capacidad para traducir fundamentos teóricos en una estructura práctica y replicable, garantizando tanto su funcionalidad como su fidelidad conceptual.

Factibilidad del Modelo MI6

La implementación del Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) ha demostrado una alta factibilidad en diversos planos, convirtiéndose en un modelo aplicable, reproducible y funcional dentro del entorno real de entrenamiento de nadadores velocistas. Esta viabilidad se manifiesta en al menos cuatro dimensiones complementarias: técnica, metodológica, económica y competitiva.

Factibilidad Técnica: Desde el punto de vista técnico, el modelo MI6 ha sido concebido para integrarse en contextos deportivos que cuenten con infraestructura estándar de entrenamiento, sin requerir tecnología de alto costo o recursos especializados de difícil acceso. Las evaluaciones se realizaron mediante instrumentos accesibles (cronometraje electrónico, dispositivos de medición de velocidad, test funcionales de fuerza) y protocolos estandarizados, lo que permite su aplicación en clubes, centros de alto rendimiento o instituciones deportivas con equipamiento básico. Además, la lógica del modelo se adapta tanto a nadadores juveniles como a élite, utilizando principios de individualización que permiten escalar las exigencias técnicas sin modificar la estructura general del macrocielo.

Factibilidad Metodológica: El MI6 fue diseñado bajo un marco metodológico coherente con los principios contemporáneos del entrenamiento deportivo: integración de cargas, especificidad, control adaptativo e individualización. Esta estructura permite organizar el entrenamiento en bloques funcionales, facilitando la planificación, ejecución y evaluación por parte del cuerpo técnico. La secuenciación clara y progresiva del modelo, basada en tres bloques sucesivos (Velocidad y Potencia No Oxidativa, Máximo

Estrés No Oxidativo y Tapering Especializado), permite una rápida comprensión y ejecución por parte de entrenadores y preparadores físicos, incluso sin formación académica avanzada, siempre que cuenten con experiencia operativa en el campo.

Factibilidad Económica: La ejecución del modelo MI6 no implicó inversiones extraordinarias ni recursos económicos adicionales a los ya disponibles en el entorno habitual de entrenamiento. Los recursos implementados incluyeron el uso de la piscina reglamentaria del club, equipamiento básico de gimnasio (pesas libres, racks, bancos), cronómetros digitales y material auxiliar como bandas elásticas, cajas pliométricas y conos. Adicionalmente, el modelo optimiza el tiempo de preparación —uno de los recursos más críticos en el deporte competitivo— al concentrar la carga en seis semanas, lo que representa una ventaja estratégica frente a modelos más extensos que implican mayores costos logísticos, administrativos y humanos.

Factibilidad Deportiva y Competitiva: El MI6 fue diseñado específicamente para responder a las exigencias de la natación de velocidad en contextos competitivos contemporáneos. Su estructura permite atender necesidades como el retorno post-lesión, el mantenimiento del pico de rendimiento entre torneos, y la preparación para campeonatos en calendarios comprimidos. La lógica del modelo es perfectamente compatible con los ciclos de competencia modernos (semanales, bimensuales o incluso secuenciales), y ha mostrado ser útil tanto como preparación directa como fase de retapering. Su diseño permite ajustes según categorías, distancias y perfiles neuromusculares, lo que refuerza su aplicabilidad en diversos niveles competitivos (juvenil, absoluto, internacional).

El Modelo

Se presenta la tabla 102, contentiva de la planificación de entrenamiento integrada ultracorta, distribuida en seis semanas, organizada en tres bloques específicos con objetivos progresivos no excluyentes, quiere decir que todas las zonas se trabajan en forma integrada.

Tabla 103*Planificación de entrenamiento integrada ultracorta*

Fechas	7/04/2025	14/04/2025	21/04/2025	28/04/2025	5/05/2025	12/05/2025
Semana	1	2	3	4	5	6
Bloques	Bloque 1		Bloque 2		Bloque 3	
	Evaluación inicial, base técnica y estimulación oxidativa		Máximo estrés no oxidativo y competencia intermedia		Tapering especializado y cierre competitivo	
Volumen Total	26,445	27,530	30,665	26,030	17,230	13,500
Volume Zona 1	84.33%	83.55%	88.05%	88.36%	89.96%	94.81%
Volume Zona 2 y 3 Complex	9.83%	10.17%	3.91%	5.38%	4.64%	0.00%
Volume Zona 4	2.65%	3.27%	5.22%	3.07%	1.16%	2.22%
Volume Zona 5	3.20%	3.01%	2.82%	3.19%	4.24%	2.96%
Porcentual de Baja Intensidad	84.33%	83.55%	88.05%	88.36%	89.96%	94.81%
Porcentual de Alta Intensidad	15.67%	16.45%	11.95%	11.64%	10.04%	5.19%
Sesiones de Agua	10	10	12	10	10	12
Total Sesiones en Tierra	4	4	4	4	4	2
Sesiones de Fuerza Máxima	2	2	2	2	1	
	85%	88%	90%	90%	85%	
Sediones de Fuerza Velocidad	2	2	2	1	2	1
	75%	75%	75 a 80%	75 a 80%	60 a 70%	50 a 60%
Sesiones de Piometría	1	1	1	1	1	4
	88	96	90	80	70	50
Sesiones de Flexibilidad	4	4	4	4	4	2
	20	20	20	20	20	20
Microciclos de Test	1	2	3	4	5	6
Pre Intervención 50 y 100 mts	XXXXXXX					
Post Intervención 50 Mts						XXXXXXX
Post Intervención 100 Mts						XXXXXXX
Competición de Medio Término			XXXXXXX			
Fuerza Máxima	XXXXXXX			XXXXXXX		
Fuerza Velocidad	XXXXXXX			XXXXXXX		
Piometría	XXXXXXX			XXXXXXX		
Velocidad Progresiva	XXXXXXX				XXXXXXX	
Queensland	XXXXXXX			XXXXXXX		
Benchmark	XXXXXXX			XXXXXXX		
Broken	XXXXXXX				XXXXXXX	

Fuente: Elaboración propia (2025).

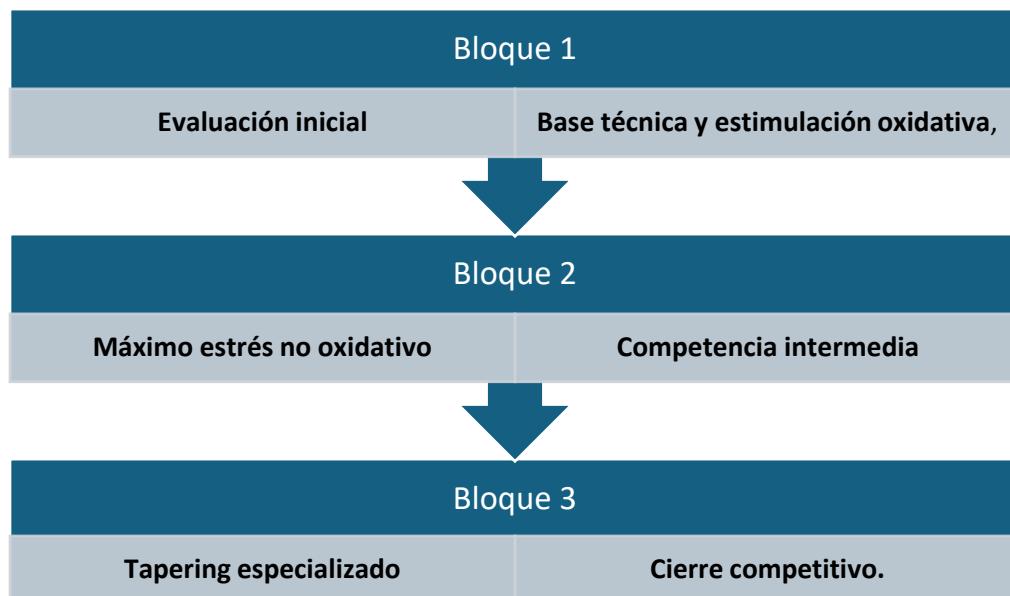
La planificación expuesta analizada una estructura integrada, independiente y ultracorta, metodológicamente sólida; con una progresión lógica desde el desarrollo aeróbico y técnico hasta la especialización competitiva. Se respeta el principio de carga-progresión-recuperación, y se aplica un tapering eficaz con reducción de volumen e intensidad sin comprometer la frecuencia del estímulo.

El enfoque integral –que incluye evaluaciones, de técnica, fuerza, pliometría, velocidad y flexibilidad– proporciona una base ideal para maximizar el rendimiento competitivo en natación, minimizando el riesgo de sobreentrenamiento y favoreciendo la asimilación de cargas.

Descripción

A través del análisis de los diferentes componentes del entrenamiento (volúmenes, intensidades, sesiones en agua y tierra, microciclos de test), se desarrolla una lógica orientada al rendimiento competitivo.

Figura 1
Diferentes componentes del entrenamiento

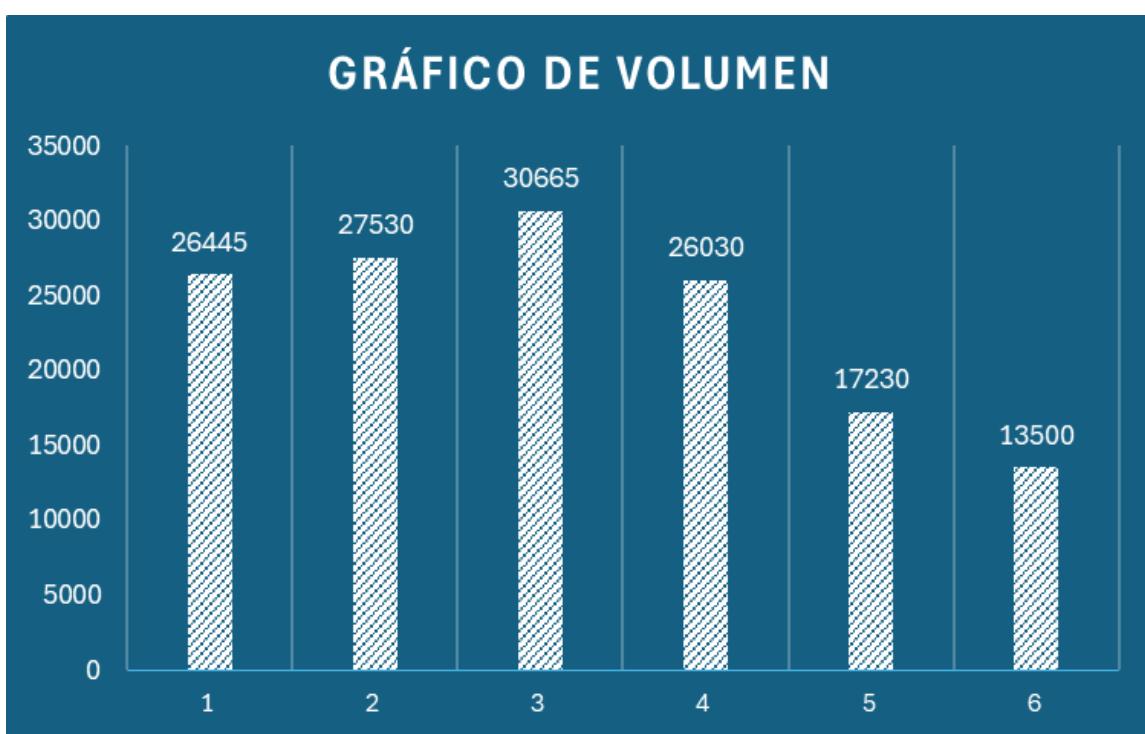


Fuente: Elaboración propia (2025).

Volumen Total

- Se observa un incremento progresivo del volumen desde la semana 1 (26,445 m) hasta un pico en la semana 3 (30,665 m), coincidiendo con el bloque de máximo estrés.
- A partir de la semana 4, el volumen decrece significativamente (13,500 m en la semana 6), siguiendo una estrategia clásica de tapering para favorecer la supercompensación y el rendimiento óptimo en competición.

Gráfico 1
Representación de Volumen



Fuente: Elaboración propia (2025).

Volumen por Zonas de Intensidad

- Zona 1 (Técnica & Baja Intensidad aeróbica): Predomina en todo el plan, incrementándose de 84.33% en la semana 1 a 94.81% en la semana 6. Este enfoque respalda una base aeróbica sólida y facilita la recuperación.

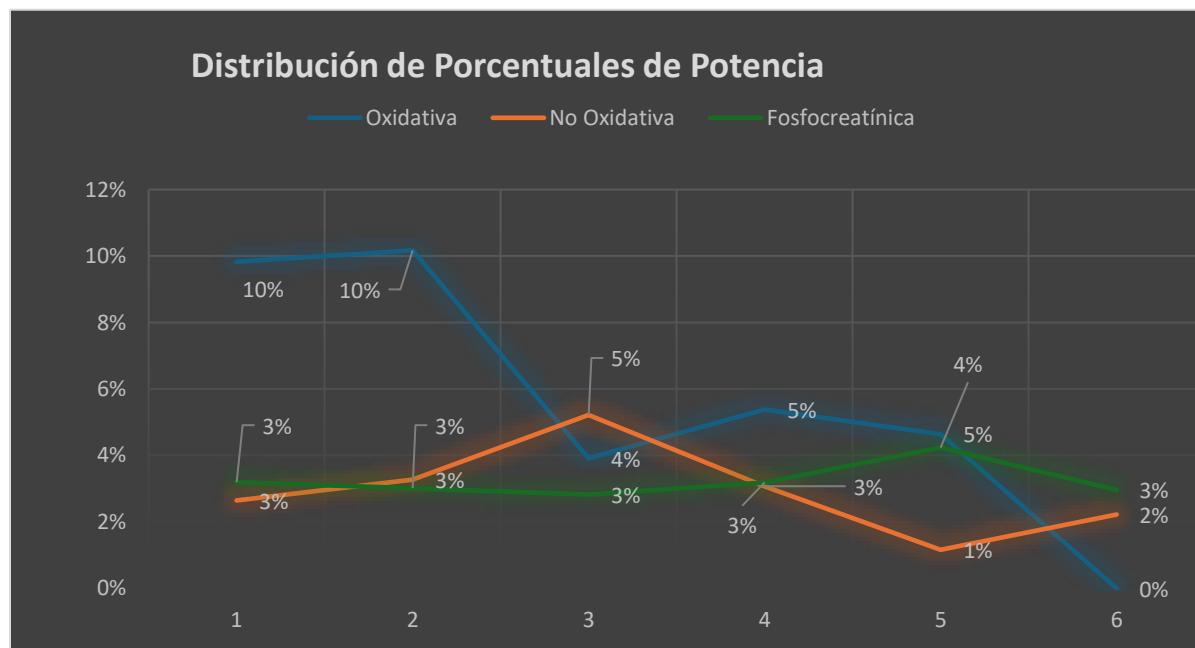
- Zona 2 y 3 (Capacidad & Potencia Oxidativa): Presentan picos en las semanas 1 y 2 (~10%), pero disminuyen hasta 0% en la semana 6, reflejando su uso como estímulo inicial y su exclusión en el período de taper.
- Zona 4 (Potencia No Oxidativa & Zona 5 (Potencia Fosfocreatínica): Usadas estratégicamente para inducir adaptaciones de alta intensidad. Zona 4 alcanza su máximo en la semana 3 (5.22%), y Zona 5 en la semana 5 (4.24%), lo cual está alineado con el desarrollo de potencia anaeróbica y velocidad previa a la reducción de cargas.

Porcentaje de Intensidad

- Baja Intensidad: Aumenta progresivamente del 84.33% al 94.81%, reflejando la reducción de estrés fisiológico hacia la competencia.
- Alta Intensidad: Se reduce paulatinamente del 15.67% en la semana 1 al 5.19% en la semana 6, lo cual favorece la recuperación y el rendimiento competitivo.

Gráfico 2

Distribución porcentual de potencia



Fuente: Elaboración propia (2025).

Sesiones de Agua: La constancia se mantiene entre 10 y 12 sesiones semanales, sin reducirse en el taper, lo que permite mantener la sensibilidad técnica y neuromuscular sin sobrecargar al atleta.

Total, de Sesiones en Tierra: Se estabiliza en 4 sesiones hasta la semana 5, reduciéndose a 2 en la semana 6. Esto respalda el objetivo del bloque 3: minimizar la fatiga acumulada.

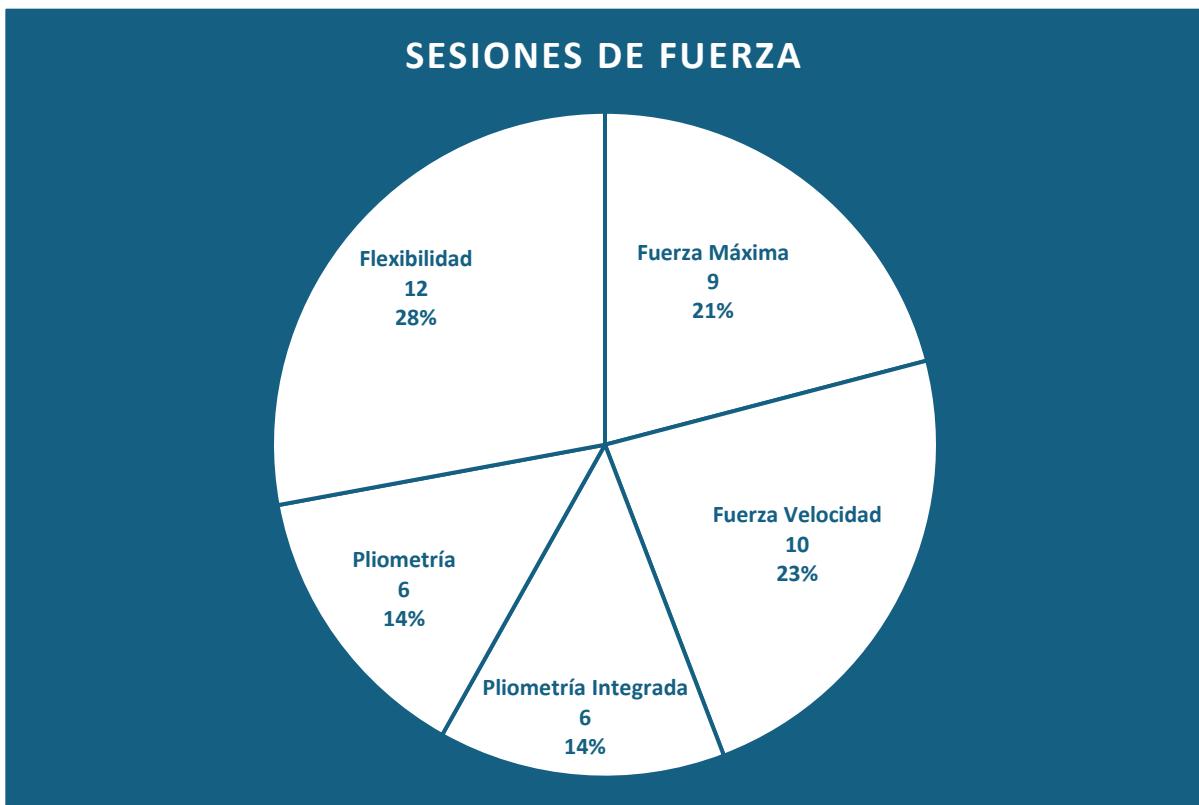
Sesiones de Fuerza Máxima: Dos sesiones semanales hasta la semana 4 con intensidad creciente (85% a 90%), lo cual estimula el desarrollo neuromuscular. En la semana 5 se reduce a 1 sesión, y desaparece en la semana 6.

Sesiones de Fuerza Velocidad: Mantiene una frecuencia de 2 sesiones semanales al inicio, con intensidad del 75-80%, pero decrece progresivamente hasta alcanzar 1 sesión al 50-60% en la última semana. Esto previene la fatiga sin perder explosividad.

Sesiones de Pliometría y Pliometría Integrada: Se realiza 1 sesión semanal constante en las primeras cinco semanas. En la semana 6, se cuadriplica (4 sesiones), aunque a menor intensidad (50), lo cual sugiere un enfoque en activación y mantenimiento de la elasticidad muscular antes de competir. Una sesión semanal, estaba integrada a los trabajos de Fuerza Velocidad.

Sesiones de Flexibilidad: Estable durante todo el ciclo (4 sesiones por semana), con una reducción a 2 sesiones en la semana 6, ajustándose al principio de disminución de carga general.

Figura 2
Sesiones de Fuerza



Fuente: Elaboración propia (2025).

Microciclos de Test

- Se realizan pruebas específicas en todas las semanas, consolidando una estrategia de control constante del rendimiento y adaptación.
- En la semana 1 se hace la evaluación pre-intervención (50 y 100 mts), y en la semana 6 se repite como test post intervención, a fin de evaluar la eficiencia del trabajo.
- La semana 3 incluye una competición de medio término, para evaluar la preparación a mitad de ciclo.
- Las pruebas específicas (Fuerza máxima, Velocidad, Pliometría, etc.) se repiten en las semanas 1, 3 y 6, evidenciando un diseño estructurado de medición de progresos, de acuerdo a la estrategia de aplicación de cargas.

Aporte al Conocimiento

El Macrocielo Integrado de 6 Semanas (MI6) constituye un aporte sustancial al cuerpo de conocimientos de las ciencias del entrenamiento deportivo, al proponer un modelo metodológico específico, sistematizado y científicamente fundamentado que responde a los desafíos contemporáneos de la natación de velocidad. Este modelo surge no solo como una alternativa organizativa, sino como una propuesta teórica-práctica que redefine los marcos de acción posibles en contextos de preparación ultracorta.

La principal contribución del MI6 reside en haber traducido una problemática del entorno competitivo -la reducción crítica del tiempo disponible entre eventos relevantes- en una solución metodológicamente estructurada, validada conceptualmente y operativa en la práctica. El modelo no se limita a reorganizar las cargas en un formato compacto; integra principios fundamentales de la fisiología del ejercicio, la teoría del entrenamiento y la adaptación neuromuscular para articular un sistema autónomo, eficiente y transferible.

Este aporte al conocimiento se manifiesta en distintos niveles. En primer lugar, proporciona una plataforma conceptual que demuestra que es posible alcanzar adaptaciones significativas en fuerza, velocidad, potencia y técnica en un ciclo de solo seis semanas, siempre que la planificación respete los principios de especificidad, progresión, carga integrada e individualización. En segundo lugar, plantea una estructura lógica que permite combinar cargas condicionales, cognitivas y técnicas en bloques funcionales progresivos, cuya sinergia optimiza la transferencia al rendimiento competitivo.

Además, el MI6 establece un nuevo estándar para la planificación en escenarios de limitación temporal, tales como períodos entre competencias internacionales, fases de retorno post-lesión, y reprogramaciones imprevistas del calendario. En este sentido, aporta un modelo replicable que puede ser adaptado a distintas realidades deportivas, conservando su estructura y principios, pero ajustándose a las particularidades de cada contexto.

Por último, al articular rigurosamente la práctica con la teoría, el modelo genera una propuesta científicamente defendible y empíricamente coherente, ofreciendo al

campo del entrenamiento deportivo una herramienta que trasciende la mera observación empírica y se consolida como un referente metodológico en la preparación de nadadores velocistas. Así, el MI6 contribuye no solo a la optimización del rendimiento, sino también a la evolución conceptual del entrenamiento en contextos de alta exigencia y tiempo reducido. A continuación, se presenta el gráfico 3, correspondiente a la implementación de un macrociclo integrado de seis semanas (MI6),

Gráfico 3

Eficiencia del MI6 en la Mejora del Rendimiento de Velocidad en Pruebas de 50 y 100 Metros



Fuente: Elaboración propia (2025).

El gráfico 3 ilustra la implementación de un macrociclo integrado de seis semanas (MI6), diseñado con contenidos altamente específicos y cargas ondulantes, cuyo propósito fue potenciar el rendimiento en pruebas oficiales de velocidad de 50 y 100 metros. La planificación se sustentó en la diversificación de entrenamientos orientados al desarrollo de fuerza, velocidad, técnica y resistencia, acompañados de un sistema de evaluación compuesto por diez test específicos.

Este modelo intensivo y de elevada especificidad se basa en un enfoque

multidimensional que articula estratégicamente las capacidades condicionales y cognitivas del nadador. Su aplicación evidenció la eficacia de una planificación centrada en la alternancia de cargas, la diversificación sistemática de contenidos y una evaluación continua rigurosa mediante tecnología moderna y accesible. Estos mecanismos permitieron optimizar el rendimiento deportivo y generar adaptaciones sostenibles en los aspectos fundamentales del desempeño.

A lo largo del proceso, la evaluación constante fue determinante para ajustar las cargas en función de los resultados observados y reforzar los componentes de mayor impacto. El plan se estructuró en fases alineadas con los momentos críticos de la competencia: en la partida se desarrolló la fuerza explosiva y máxima; en el tramo subacuático y breakout se priorizó la técnica y la aceleración; en el nado se perfeccionó la eficiencia técnica; y en la gestión de toque se trabajó la resistencia específica para asegurar una finalización precisa.

Los resultados post-intervención indicaron una mejora promedio del 4% en los tiempos oficiales, demostrando la eficiencia y el carácter innovador del MI6. Este estudio no solo establece un referente metodológico en la literatura actual, sino que también abre nuevas líneas de investigación para el desarrollo de modelos específicos de entrenamiento en pruebas de velocidad.

Puntos clave del aporte al conocimiento del modelo MI6

Propuesta metodológica innovadora: El MI6 ofrece una alternativa estructurada, sistematizada y científicamente fundamentada para la preparación de nadadores velocistas en contextos de tiempo reducido.

Responde a una problemática real: Da solución a una necesidad concreta del alto rendimiento contemporáneo: la optimización del rendimiento competitivo en calendarios congestionados y ciclos de preparación breves.

Articulación de principios científicos: Integra fundamentos de la fisiología del ejercicio, la neurociencia del rendimiento y la teoría del entrenamiento para construir un modelo coherente y replicable.

Estructura funcional por bloques: Propone una lógica secuencial en tres fases

(velocidad/potencia, máximo estrés no oxidativo, tapering), lo que permite una progresión efectiva y específica en seis semanas.

Validez conceptual y operativa: Se posiciona como un modelo autónomo, adaptativo y eficiente, capaz de generar mejoras sustantivas sin requerir periodos extensos de preparación.

Adaptabilidad a diversos contextos: Puede aplicarse a diferentes realidades deportivas (retorno post-lesión, ciclos cortos entre torneos, preparación específica), manteniendo su eficacia.

Sinergia entre teoría y práctica: El modelo vincula el conocimiento científico con la experiencia práctica, transformando hallazgos empíricos en una herramienta útil para entrenadores, científicos del deporte y atletas.

Contribución a la periodización contemporánea: Introduce una perspectiva moderna sobre cómo estructurar la preparación deportiva, desafiando los modelos tradicionales de largo plazo.

Palabras Finales

El desarrollo del modelo MI6 representa no solo una respuesta metodológica a las demandas del deporte de alta competencia, sino también una contribución al conocimiento en el ámbito del entrenamiento deportivo. Su estructuración lógica, su fundamentación científica y su aplicabilidad práctica lo consolidan como una herramienta de referencia para la preparación de nadadores velocistas. La tesis ha demostrado que, a través de una planificación estructurada en bloques, basada en principios contemporáneos y validada metodológicamente, es posible generar adaptaciones sustantivas en periodos ultracortos sin comprometer la especificidad ni la eficacia del estímulo. En este sentido, el MI6 trasciende el ámbito de la experimentación para convertirse en un modelo replicable, adaptable y científicamente defendible, aportando así valor no solo al entorno práctico del deporte, sino también al cuerpo teórico de la ciencia del entrenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absaliamov, & Timakovoy. (1990). *Aseguramiento científico de la competición* (A. I. Zvonarev, Trans. 1 ed. Vol. 1). Vneshtorgizdat.
- Arellano, R., Ruiz-Navarro, J. J., Barbosa, T. M., López-Contreras, G., Morales-Ortíz, E., Gay, A., López-Belmonte, Ó., González-Ponce, Á., & Cuenca-Fernández, F. (2022). *Are the 50 m race segments changed from heats to finals at the 2021 European Swimming Championships?* Frontiers in Physiology, 13, Article 797367. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.797367>
- Arias, F. (2016). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (7^a ed.). Editorial Episteme.
- Arroyo-Toledo, J. J., & González-Ravé, J. M. (2011). *Comparación de dos modelos de periodización (tradicional e inversa) sobre el rendimiento en la natación de velocidad.* Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha]. RUIdeRA.
- Aspnes, S. T., & Karlsen, T. (2012). *Exercise-training intervention studies in competitive swimming.* Sports Medicine, 42(6), 527-543. <https://doi.org/10.2165/11630760-00000000-00000>
- Aspnes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). *Combined strength and endurance training in competitive swimmers.* Journal of Sports Science and Medicine, 8(3), 357-365.
- Balestrini, M. (2003). *Cómo se elabora el proyecto de investigación.* (6^a ed.). Servicio Editorial BL Consultores Asociados.
- Bavaresco, M. (2001). *Proceso metodológico en la investigación como hacer un diseño de investigación.* Mc Graw Hill Interamericana.
- Bishop, D., & Smith, J. (2003). *An investigation into the critical power function in cycling.* European Journal of Applied Physiology, 89(5), 331-339.
- Bompa, T. O. (2016). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento.* Editorial Hispano Europea.
- Bondarchuk, A. (1979). *Tendencias modernas en el lanzamiento de martillo.* [Trabajo presentado al Congreso de Entrenadores Europeos de Atletismo]. Edimburgo.
- Casado, A., Hanley, B., & González-Mohino, F. (2023). *Lactate-guided threshold interval training: A systematic approach to improve endurance performance in elite runners.* International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(5), 3782. <https://doi.org/10.3390/ijerph20053782>

- Costill, D. L., & Maglischo, E. W. (1992). *Swimming: Handbook of sports medicine and science*. Blackwell Scientific Publications.
- Costill, D. L., Sharp, R., & Maglischo, E. W. (1992). *Swimming: Techniques and training*. Human Kinetics.
- Dalamitros, A., Tsalis, G., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2016). *Physiological and performance characteristics of open-water swimmers: A systematic review*. Sports Medicine, 46(10), 1519-1530.
- de Salles, B. F., Simão, R., Ribeiro, F. M., Novaes, J. S., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). *Rest interval between sets in strength training*. Sports Medicine, 39(9), 765–777. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939090-00006>
- Duarte, J., & Parra, E. (2012). *Lo que debes saber sobre un trabajo de investigación* (3.^a ed.). Maracay, Venezuela: Editorial Freddy Morlé.
- Duarte, J., & Parra, E. (2018). *Lo que debes saber sobre un trabajo de investigación* (3.^a ed.). Maracay, Venezuela: Editorial Freddy Morlé.
- Finol de Navarro, T., & Nava de Villalobos, H. (1996). *Procesos y productos en la investigación documental* (2.^a ed.). Maracaibo, Venezuela: Editorial de la Universidad del Zulia.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1996). *Designing resistance training programs*. Human Kinetics.
- Folland, J. P., Irish, C. S., Roberts, J. C., Tarr, J. E., & Jones, D. A. (2002). *Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training*. British Journal of Sports Medicine, 36, 370-374.
- Fone, K., & van den Tillaar, R. (2022). *The effect of dry-land versus in-water training on swimming performance in competitive swimmers: A systematic review and meta-analysis*. Journal of Strength and Conditioning Research, 36(6), 1754-1765.
- Gabbett, J. (2016). *The training injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder?* British Journal of Sports Medicine, 50, 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- García-Ramos, A., Jaric, S., & González-Badillo, J. J. (2018). *Force production and movement velocity in resistance training: Influence of fatigue and training status*. Journal of Strength and Conditioning Research, 32(3), 866–873. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002365>
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2006). *Efecto del ejercicio en intervalos de alta intensidad*

sobre las proteínas de señalización implicadas en la remodelación del músculo esquelético en humanos. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 31, S31.

Gómez Barrantes, M. (2003). *Elementos de estadística descriptiva* (9.^a reimpresión de la 3.^a ed.). San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).

González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). *Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training.* International Journal of Sports Medicine, 31(5), 347-352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>

González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., & Rodríguez-Rosell, D. (2022). *Toward a new paradigm in resistance training by means of velocity monitoring: A critical and challenging narrative.* Sports Medicine – Open, 8, 118. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00513-z>

Haff, G., & Triplett, T. (2016). *Essentials of strength training and conditioning.* (4th ed.). Medicine & Science in Sports & Exercise, 48.

Haff, G., & Triplett, T. (2017). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico NSCA.* Paidotribo.

Hartmann, H., Wirth, K., Keiner, M., Mickel, C., Sander, A., & Szilvas, E. (2015). *Short-term periodization models: Effects on strength and speed-strength performance.* Sports Medicine, 45, 1373-1386.

Hellard, P., Avalos-Fernandes, M., Lefort, G., Pla, R., Mujika, I., Toussaint, J. F., & Pyne, D. B. (2017). *Elite swimmers' training patterns in the 25 weeks prior to their season's best performances: Insights into periodization from a 20-years cohort.* Frontiers in Physiology, 8, 795.

Hellard, P., Dekkerle, J., Avalos-Fernandes, M., Caudal, N., Knopp, M., Millet, G., & Toussaint, H. (2017). *Elite swimmers' training patterns in the 25 weeks prior to their season's best performances: Insights into periodization from a 20-year cohort.* Frontiers in Physiology, 8(71), 1-12.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación.* (6a ed.). McGraw-Hill.

Hoppeler, H., & Weibel, E. R. (2000). *Structural and functional limits for oxygen supply to muscle.* Acta Physiologica Scandinavica, 168(4), 445-456.

Hoppeler, H., Vogt, M., Weibel, E. R., & Flück, M. (2003). *Respuesta de las mitocondrias del músculo esquelético a la hipoxia.* Experimental Physiology, 88(1), 109-119. <https://doi.org/10.1113/eph8802513>

Houston, M. E., Wilson, D. M., Green, H. J., Thomson, J. A., & Ranney, D. A. (1981).

Physiological and muscle enzyme adaptations to two different intensities of swim training. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 46(3), 283-291.

Hunter, S. K. (2014). *Sex differences in human fatigability: Mechanisms and insight to physiological responses*. Acta Physiologica, 210(4), 768-789.

Hurtado León, I., & Toro Garrido, J. (1998). *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambio*. (2.^a ed.). Valencia, Venezuela: Ediciones de la Universidad de Carabobo.

Ingebrigtsen, J., Holtermann, A., & Roeleveld, K. (2009). *Effects of load and contraction velocity during three-week biceps curls training on isometric and isokinetic performance*. Journal of Strength and Conditioning Research, 23, 1670-1676.

Iovanovic, M. (2011). *Physical preparation for soccer*. Special edition.

Issurin, V. (2008). *Block periodization: Breakthrough in sport training*. Ultimate Training Concepts.

Issurin, V. B. (2008). *Block periodization versus traditional training theory: A review*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 48(1), 65-75.

Issurin, V. B. (2010). *New horizons for the methodology and physiology of training periodization: Block periodization: new horizon or a false dawn?* Sports Medicine, 40(9), 729–740.

Issurin, V. B. (2016). *Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes' preparation: A review*. Sports Medicine, 46(3), 329-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0425-5>

Issurin, V., & Lustig, G. (2004). *Klassification, dauer und praktische komponenten der resteffekte von training*. Leistungsport, 34(3), 55-59.

Karpiński, A., Michalski, R., Żak, M., & Zajac, A. (2020). *A comparison of the effects of strength training methods on swimming performance*. Journal of Human Kinetics, 74(1), 161-172.

Katch, V. L. (1987). *Strength training: Biological basis, training principles, and practical applications*. Lea & Febiger.

Kemmler, W., Bebenek, M., von Stengel, S., & Kalender, W. A. (2011). *Effect of block-periodized exercise training on bone and coronary heart disease risk factors in early post-menopausal women: A randomized controlled study*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 23(1), 121-129.

- Kerlinger, F. (2002). *Investigación del comportamiento*. McGraw-Hill.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). *Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(4), 674-688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). *Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(4), 674–688. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2006). *Training for power*. In G. G. Haff & N. T. Triplett (Eds.), *Essentials of Strength and Conditioning* (2nd ed., pp. 295–316). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Leal Gutiérrez, J. (2005). *La autonomía del sujeto investigador y la metodología de investigación* (1.^a ed.). Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Liu, Y., & Wang, J. (2023). *Optimization of swimming training loads for adolescent athletes: A case study*. Journal of Sports Science & Medicine, 22(1), 45-51.
- Magallanes, C. (2010). *El proceso adaptativo del entrenamiento. Abriendo la caja negra*. Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte, 3(3).
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest: The essential reference on technique, training, and program design*. Human Kinetics.
- Martínez, M. (2008). *Epistemología y metodología cualitativa en las ciencias sociales*. Editorial Trillas.
- Mason, B. (1999). *Biomechanical race analysis*. ASCA World Clinic, 99-114.
- Matveev, L. P. (2001). Teoría general del entrenamiento deportivo. Editorial Paidotribo.
- Mujika, I. (2000). *The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: A review*. International Journal of Sports Medicine, 21(7), 488-497.
- Mujika, I. (2009). *Tapering and peaking for optimal performance*. Human Kinetics.
- Mujika, I., & Chatard, J. C. (1996). *Effects of training on performance in competitive swimming*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 36(3), 159-165.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2001). *Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 33(3), 413-421.
- Navarro, F., Oca, A., & Rivas, A. (2010). *Planificación del entrenamiento y su control*.

Cultiva Comunicación SL.

- Nugent, F. J., Comyns, T. M., Burrows, E., & Warrington, G. D. (2017). *Effects of low-volume, high-intensity training on performance in competitive swimmers: A systematic review*. Journal of Strength and Conditioning Research, 31(3), 837–847. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001785>
- Olbrecht, J. (2010). *The science of winning: Planning, periodizing and optimizing swim training*. Antwerp: F & G Partners.
- Olbrecht, J., & Madsen, O. (2003). The science of winning: Planning, periodizing, and optimizing swim training. Meyer & Meyer Sport.
- Palella, S., & Martins, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa*. (3^a ed.). Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL).
- Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P. J., Villalba-Fernández, A., & González-Badillo, J. J. (2020). *Effects of resistance training to velocity loss thresholds: Mechanical, neuromuscular, and metabolic fatigue responses*. Journal of Strength and Conditioning Research, 34(4), 1108–1118.
- Pessôa Filho, D. M., & Denadai, B. S. (2008). *The critical velocity determined by the slope of the distance-time relationship in swimming*. Journal of Sports Sciences, 26(1), 55-62.
- Pla, R., Bosquet, L., García-López, J., Llorca-Miralles, J., Sanchis-Moysi, J., & González-Haro, C. (2019). *Effects of a balanced vs polarized training intensity distribution on endurance performance in trained cyclists*. Journal of Strength and Conditioning Research.
- Platonov, V. N. (2019). *Periodization of sports training: Theory and practice*. Editorial Paidotribo.
- Popper, K. R. (2008). *La lógica de la investigación científica*. Tecnos Editorial S.A.
- Pyne, D. B., & Sharp, R. L. (2014). *Physical and energy requirements of competitive swimming events*. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 24(4), 351-359.
- Pyne, D. B., Trewin, C. B., & Hopkins, W. G. (2004). *Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers*. Journal of Sports Sciences, 22(7), 613-620.
- Ramírez, T. (1999). *Cómo hacer un proyecto de investigación*. (2a ed.). Panapo CA.

- Ramos Veliz, D., Puggina, E. F., Pessoa Filho, D. M., & Denadai, B. S. (2014). *Effects of taper on swimming performance: A systematic review*. Journal of Strength and Conditioning Research, 28(12), 3038-3045.
- Reilly, T., & Williams, A. M. (2003). *The science of swimming: A review of the physical and physiological aspects of competitive swimming*. Sports Medicine, 33(8), 539-554. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333080-00001>
- Ruiz, C. (2002). *Instrumentos de la investigación educativa*. (2a ed.). CIDEG.
- Ruiz-Navarro, J. J., Santos, C. C., Born, D. P., López-Belmonte, Ó., Cuenca-Fernández, F., Sanders, R. H., & Arellano, R. (2025). *Factores relacionados con el rendimiento en natación sprint: Una revisión sistemática*. Medicina Deportiva, 1-24.
- Sabino, C. (2000). *El proceso de investigación*. Editorial Panapo de Venezuela.
- Sakamoto, A., & Sinclair, P. J. (2006). *Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press*. Journal of Strength and Conditioning Research, 20, 523-527.
- Sale, D. G. (2003). *Neural adaptation to resistance training*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 20(5 Suppl), S135-S145.
- Salo, D., & Riewald, S. (2008). *Complete conditioning for swimming*. Human Kinetics.
- Sánchez-Molina, J. A., & Arellano, R. (2001). *El análisis de la competición en natación: Estudio de la situación actual, variables y metodología*. In R. Arellano & A. Ferro (Eds.), Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel (Vol. 32, pp. 9-50). Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia.
- Sandín Esteban, M. P. (2003). *Escalas PANAS de afecto positivo y negativo para niños y adolescentes (PANASN)*. Revista de Psicopatología y Psicología Clínica, 8(3), 173–182.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). *Efectos de la frecuencia del entrenamiento de resistencia en las medidas de hipertrofia muscular: Una revisión sistemática y un metaanálisis*. Medicina Deportiva, 46(11), 1689-1697.
- Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Noonan, J. L., Schnaiter, J. A., Bond-Williams, K. E., Carter, A. S., Ross, C. L., Just, B. L., Henselmans, M., & Krieger, J. W. (2016). *Longer interset rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men*. Journal of Strength and Conditioning Research, 30(7), 1805-1812. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001272>

- Seiler, S. (2010). *Endurance training and periodization for swimming: A review*. Journal of Sports Science and Medicine, 9(4), 493-500.
- Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). *Intervals, thresholds, and long slow distance: The role of intensity and duration in endurance training*. Sportscience, 13, 32-53.
- Sweetenham, B. (2003). *Championship swim training*. Human Kinetics.
- Tamayo y Tamayo, M. (2002). *El proceso de la investigación científica*. (4a ed.). Editorial Limusa.
- Tarnopolsky, M. A. (2008). *Gender differences in metabolic and hormonal responses to endurance training: Implications for nutritional and training strategies*. Journal of Sports Sciences, 26(9), 1005–1017.
- Thayer, A., & Hay, J. (1984). *Motivating start and turn improvement*. Swimming Technique, 11(Feb-Apr), 17-20.
- Thomas, B., Pugh, J. K., Quinlan, J., Herbert, P., & Watt, P. W. (2018). *High-intensity interval training in swimming: Effects on VO_{2max} and performance in a 100-metre swim*. Journal of Strength and Conditioning Research, 32(10), 2856-2864.
- Tiago, T., Garrido, N., Costa, M., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., & Silva, A. (2021). *Strength training for young swimmers: Effects on dry-land and swimming performance*. Journal of Human Kinetics, 77(1), 31-48.
- Touretski, G., & Cappaert, J. (1999). *Swimming technique and performance*. Swimming Science Bulletin, 13, 1-11.
- Tschieno, P. (1997). *Teoría del entrenamiento: Clasificación de las cargas y modelos de los métodos de entrenamiento según el criterio de adaptación*. Infocoes, 2(1), 74-83.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. (2022). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales*. FEDUPEL.
- Verkhoshansky, Y. (2002). *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Yáñez-García, J. M., Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2022). *Changes in muscle strength, jump, and sprint performance in young elite basketball players: The impact of combined high-speed resistance training and plyometrics*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 36(2), 478-485.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. (2nd ed.). Human Kinetics.