

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte  
Trabajo Fin de Grado  
Año académico 2020–2021



Universidad de Sevilla

---

**RELACIÓN ENTRE LA FUERZA DEL TREN INFERIOR Y EL  
EJERCICIO DE SUBIR ESCALERAS CON EQUIPO  
ESPECÍFICO EN BOMBEROS PROFESIONALES**

---



**Autor**

Enrique López Sánchez

**Tutor**

Dr. Miguel Ángel Oviedo Caro

## Tabla de contenidos

| Contenido                                     | Pág. |
|---|------|
| 1. Resumen                                    | 3    |
| 2. Abstract                                   | 3    |
| 3. Introducción y justificación               | 4    |
| 4. Marco teórico                              | 5    |
| 5. Objetivos del TFG                          | 16   |
| 6. Metodología de la investigación            | 16   |
| 6.1 Tipo de investigación                     | 16   |
| 6.2 Sujetos                                   | 16   |
| 6.3 Variables objeto de estudio               | 17   |
| 6.3.1 Variables antropométricas               | 17   |
| 6.3.1.1 Masa grasa                            | 19   |
| 6.3.1.2 Masa ósea                             | 19   |
| 6.3.1.3 Masa residual                         | 19   |
| 6.3.1.4 Masa residual                         | 19   |
| 6.3.1.5 Índice cintura-cadera                 | 19   |
| 6.3.2 Variables metabólicas y fisiológicas    | 20   |
| 6.3.3 Variables de rendimiento                | 21   |
| 6.3.3.1 Salto con contramovimiento            | 21   |
| 6.3.3.2 Sentadilla profunda con 35 kg         | 21   |
| 6.3.3.3 Subida de escaleras                   | 22   |
| 6.3.3.4 Test incremental de sentadilla        | 24   |
| 6.3.4 Secuencia de ejercicios y toma de datos | 24   |
| 6.4 Análisis estadístico                      | 25   |
| 7. Resultados                                 | 26   |
| 8. Discusión                                  | 35   |
| 9. Conclusiones                               | 39   |
| 10. Referencias bibliográficas                | 41   |
| 11. Anexos                                    | 45   |
| 11.1 Prueba piloto                            | 45   |



## 1. Resumen

El principal objetivo fue estudiar la relación entre distintas variables de fuerza del tren inferior y el desempeño de un ejercicio de subida de escaleras con equipo específico. Un grupo de 34 bomberos profesionales completaron 2 sesiones experimentales. Durante la primera sesión, fueron realizadas las evaluaciones antropométricas y del rendimiento en la prueba de escaleras con el uso del equipo específico. Distintas variables mecánicas, metabólicas y fisiológicas fueron evaluadas antes y después de la ascensión para evaluar la respuesta aguda al ejercicio. Durante la segunda sesión, se realizó una prueba incremental en el ejercicio de sentadillas. El tiempo empleado en la subida de escalera tuvo una correlación significativa con el salto vertical, y con el resto de las variables de fuerza (velocidad media alcanzada con el peso de 35 kg en el ejercicio de sentadilla, la carga desplazada a la velocidad de 1m/s y la estimación de la 1RM). Estas correlaciones se mantuvieron cuando la muestra fue dividida en distintos grupos de edad (G1: 26-35; G2: 36-45; G3:  $\geq$  46 años). El G2 obtuvo el mejor rendimiento en todas las variables de rendimiento propuestas. En conclusión, la fuerza parece ser una cualidad importante para desarrollar tareas específicas en bomberos profesionales.

### Palabras clave

*Bomberos, fuerza muscular, subida de escaleras, equipo específico, competencia profesional.*

## 2. Abstract

The main objective was to study the relationship between different variables of lower body strength and the performance of a stair-climbing exercise with specific gear. A group of 34 professional firefighters completed 2 experimental sessions. During the first session, the anthropometric and performance evaluations in the stair test were carried out with the use of specific gear. Different mechanical, metabolic and physiological variables were evaluated before and after ascension to evaluate the acute response to exercise. During the second session, an incremental test was performed on the squat exercise. The time spent climbing the stair had a significant correlation with the vertical jump, and with the rest of the force variables (average speed achieved with the weight of 35 kg in the squat exercise, the load displaced at the speed of 1m/s and the estimate of the 1RM). These correlations were maintained when the sample was divided into different age groups (G1: 26-35; G2: 36-45; G3:  $\geq$  46 years). The G2 performed best on all proposed performance variables. In conclusion, strength seems to be an important quality to perform specific tasks in professional firefighters.

### Key words

*Firefighters, muscle strength, stair climbing, specific gear, occupational qualification.*



### 3. Introducción y justificación

El ejercicio de subir escaleras es una práctica mayoritariamente habitual en los servicios de bomberos durante sus intervenciones en siniestros. Tanto es así que, viendo la necesidad de su desarrollo junto el valor que posee, los propios bomberos impulsaron una modalidad deportiva denominada carrera vertical o cronoescalada. Una práctica que consta de subir las escaleras de un edificio vistiendo el equipo de intervención de incendios y portando el equipo respiratorio para coronar la última planta en el menor tiempo posible. La cronoescalada se desarrolla a todos los niveles, siendo la prueba reina en la ya conocida Semana del Bombero que organiza el Club Deportivo de Bomberos del Ayuntamiento de Sevilla, pasando por campeonatos a nivel nacional y europeos hasta el famoso World Fire and Police Games, un campeonato donde se dan cita bomberos, policías y militares de todo el mundo que congrega al mayor número de deportistas a nivel internacional tras los Juegos Olímpicos.

Tal es la importancia de esta práctica entre las funciones operativas de los bomberos, que en las bases de las próximas convocatorias para la promoción interna del Servicio del Ayuntamiento de Sevilla y para acceder a cargos de superior categoría, ya se incluye en la batería de pruebas físicas un ejercicio de “subida de una escalera hasta una cota equivalente a 12 plantas de un edificio con equipo EPI<sup>1</sup> y ERA<sup>2</sup>” (BOP, 2021).

El siguiente trabajo fin de carrera nace para estudiar y analizar las relaciones existentes entre diferentes variables antropométricas y de condición física junto al rendimiento en la práctica de subir escaleras que el bombero debe desarrollar durante un escenario simulado de siniestro tipo *incendio en vivienda*. Con este estudio se trató de dar respuesta a varias preguntas relacionadas con esta práctica. ¿Es la fuerza una capacidad importante para el desempeño de este tipo de trabajo durante una intervención? ¿Existe una relación estrecha entre parámetros antropométricos y dicha práctica? ¿Existen diferencias en función a la edad en el rendimiento en este tipo de pruebas? A estas y otras preguntas se darán respuesta en el siguiente Trabajo Fin de Grado (TFG) realizado para la finalización de estudios del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Sevilla en el año académico 2020/2021.

---

<sup>1</sup> EPI. Equipo de Protección Individual.

<sup>2</sup> ERA. Equipo de Respiración Autónomo.



## 4. Marco teórico

El trabajo del bombero en general, y la lucha contra incendios en particular, es una ocupación extenuante que requiere niveles óptimos de condición física (Dennison et al., 2012). Las aptitudes físicas para el desempeño del trabajo del bombero se manifiestan en todas las actuaciones de emergencia que se realizan a diario, por lo que la importancia del entrenamiento físico es muy importante para el desempeño de las funciones del bombero profesional. Además, se ha observado que un bombero con una formación física adecuada podrá prevenir lesiones y una posible muerte prematura por problemas cardiacos derivados de su trabajo (Sheaff et al., 2010).

El trabajo del bombero se desarrolla en diferentes condiciones y escenarios, algo que hace muy complejo su estudio analítico para cada siniestro en concreto. Aunque diferentes, todas estas intervenciones tienen un nexo común; y es que todas ellas son desempeñadas con una carga adicional. Por ello, el desempeño de la fuerza, y por ende, su rendimiento, debe ser vital para manejar dichas cargas con rapidez y tener la destreza adecuada para la salvaguarda del propio bombero y de la víctima. Y, ¿por qué la fuerza? Porque los beneficios del entrenamiento de fuerza incluyen un mejor rendimiento físico, control del movimiento, velocidad al caminar, independencia funcional, habilidades cognitivas y autoestima (Westcott, 2012).

La OTEX (Oficina Técnica de Extinción) es la encargada de archivar y catalogar, entre otras materias, los datos anuales de las intervenciones que realizan los bomberos del Ayuntamiento de Sevilla en la ciudad y que pertenece al propio SPEIS<sup>3</sup>. Para el desarrollo de este estudio se analizaron las intervenciones correspondientes al año 2019. Según las estadísticas otorgadas por la OTEX, el tipo de siniestro de *incendio en vivienda* fue el más habitual dentro de los trabajos realizados y soportó el 24,15% (1.367) de las salidas totales (5.906). Para el desempeño de este tipo de siniestros, se diferencia acciones individuales a realizar por cada bombero dentro de la intervención y cuyo procedimiento se encuentra en vías de formalización. En la tabla 1 se pueden ver cómo se clasifican los diferentes tipos de siniestro según su tipología. Los datos mostraron que los bomberos asistieron en 2019 a un total de 5.906 siniestros, y que se clasificaron en: asistencia sanitaria (165), asistencia técnica (414), incendio en edificios de

---

<sup>3</sup> SPEIS. Es la denominación que se le otorga al Servicio de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamento. Siempre que se mencione SPEIS se entenderá que es el correspondiente al del Ayuntamiento de Sevilla.



carácter público (61), incendios en viviendas (1.367), rescate de personas (377), asistencias sociales (17), aperturas de vivienda (726), asistencia a desagües (71), rescate de animales (87), accidentes en vehículos (113), incendios eléctricos (171), incendios en basuras (975), incendios en vehículos (216), actuación ante materias peligrosas (117), colaboración con el Puerto de Sevilla (1), retirada de material de la vía pública y tala de árboles (648), rescates diversos (8), servicios varios (370) y falsas alarmas (2). Esto sirvió para clasificar aquellos siniestros que implicaron, o pudieron implicar, subida de escaleras (A), los que no implicaron subida de escaleras (B) y aquellos en los que esta práctica fue indiferente (C).

**Tabla 1**
*Asistencias del SPEIS en 2019*

| <b>Siniestro</b>              | <b>número de salidas</b> | <b>TIPO</b> | <b>% siniestros</b> | <b>tipo de siniestro %</b> |
|-------------------------------|--------------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| Asistencia sanitaria          | 165                      | A           | 2,79                |                            |
| Asistencia técnica            | 414                      | A           | 7,01                |                            |
| Incendio en edificio público  | 61                       | A           | 1,03                |                            |
| Incendio en viviendas         | 1.367                    | A           | 24,15               | 54,15                      |
| Rescate de personas           | 377                      | A           | 6,38                |                            |
| Asistencia social             | 17                       | A           | 0,29                |                            |
| Apertura de viviendas         | 726                      | A           | 12,29               |                            |
| Desagüe                       | 71                       | A           | 1,20                |                            |
| Rescate de animales           | 87                       | B           | 1,47                |                            |
| Accidente en vehículo         | 113                      | B           | 1,91                |                            |
| Incendio eléctrico            | 171                      | B           | 2,90                | 28,43                      |
| Incendio en basuras           | 975                      | B           | 16,51               |                            |
| Incendio en vehículos         | 216                      | B           | 3,66                |                            |
| Materias peligrosas           | 117                      | B           | 1,98                |                            |
| Puerto de Sevilla             | 1                        | C           | 0,02                |                            |
| Retirada material vía pública | 648                      | C           | 10,97               |                            |
| Rescates diversos             | 8                        | C           | 0,14                | 17,42                      |
| Servicios varios              | 370                      | C           | 6,26                |                            |
| Falsa alarma                  | 2                        | C           | 0,03                |                            |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>5.906</b>             |             | <b>100,00</b>       | <b>100,00</b>              |

**Nota.** Datos ofrecidos por la OTEX sobre el número total de salidas y porcentajes por tipo de siniestro.

A: siniestros que implicaron una subida de escaleras; B: siniestros que no implicaron una subida de escaleras; C: siniestros donde una subida de escalera fue indiferente.



En la tabla 2 se puede observar el mismo análisis para un bombero en particular seleccionado al azar. En este caso se observa que los siniestros de *tipo A*, aquellos que implicaron, o pudieron implicar, una subida de escaleras para un solo bombero, fueron del 72,48% (158), un 18,33% más relativo al general anual del SPEIS (tabla 3); los siniestros de *tipo B*, aquellos que no implicaron subida de escaleras, el 19,72% (43), lo que supuso un 8,7% menos relativo al general anual del SPEIS; y los siniestros de *tipo C*, aquellos donde la subida a escaleras fue indiferente, el 7,8% (17) con una diferencia de 9,62% relativo al general anual del SPEIS (figuras 1 y 2 y tabla 3).

**Tabla 2**

*Asistencias de un solo bombero en 2019*

| <b>Siniestro</b>              | <b>número de salidas</b> | <b>TIPO</b> | <b>% siniestros</b> | <b>tipo de siniestro %</b> |
|-------------------------------|--------------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| Asistencia sanitaria          | 12                       | A           | 5,04                |                            |
| Asistencia técnica            | 5                        | A           | 2,29                |                            |
| Incendio en edificio público  | 8                        | A           | 3,67                |                            |
| Incendio en viviendas         | 53                       | A           | 24,31               | 72,48                      |
| Rescate de personas           | 31                       | A           | 14,22               |                            |
| Asistencia social             | 0                        | A           | 0                   |                            |
| Apertura de viviendas         | 47                       | A           | 21,56               |                            |
| Desagüe                       | 2                        | A           | 0,92                |                            |
| Rescate de animales           | 3                        | B           | 1,38                |                            |
| Accidente en vehículo         | 5                        | B           | 2,29                |                            |
| Incendio eléctrico            | 7                        | B           | 3,21                | 19,72                      |
| Incendio en basuras           | 15                       | B           | 6,88                |                            |
| Incendio en vehículos         | 9                        | B           | 4,13                |                            |
| Materias peligrosas           | 4                        | B           | 1,83                |                            |
| Puerto de Sevilla             | 0                        | C           | 0                   |                            |
| Retirada material vía pública | 10                       | C           | 4,59                |                            |
| Rescates diversos             | 0                        | C           | 0                   | 7,80                       |
| Servicios varios              | 7                        | C           | 3,21                |                            |
| Falsa alarma                  | 0                        | C           | 0                   |                            |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>218</b>               |             | <b>100,00</b>       | <b>100,00</b>              |

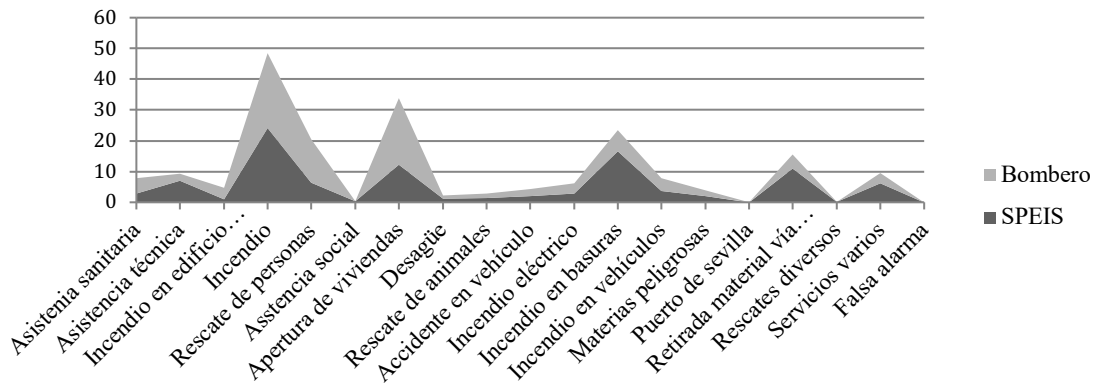
**Nota.** Datos ofrecidos por la OTEX sobre el número total de salidas y porcentajes por tipo de siniestro.

A: siniestros que implicaron una subida de escaleras; B: siniestros que no implicaron una subida de escaleras; C: siniestros donde una subida de escalera fue indiferente.



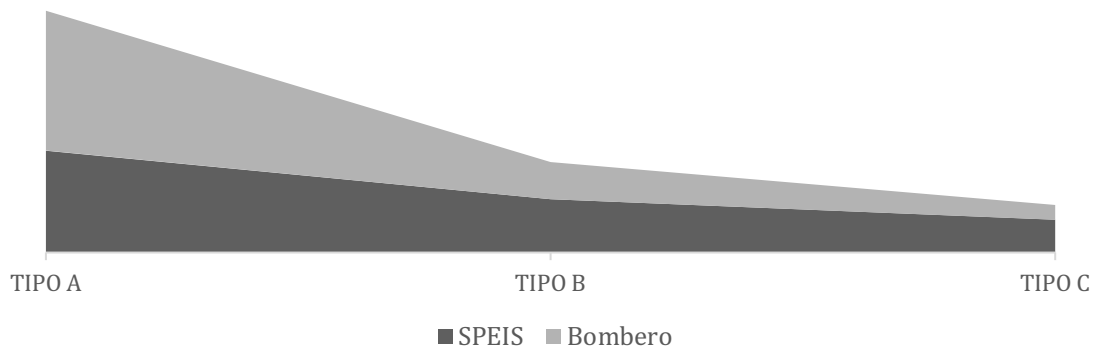
**Figura 1**

Diferencia de porcentajes (eje Y) y categorías de siniestro (eje X) entre el SPEIS y un solo Bombero en 2019



**Figura 2**

Diferencia entre los tipos de siniestro (A, B o C) del SPEIS y un Bombero en 2019



**Tabla 3**

Diferencias entre el número de intervenciones del SPEIS y las de un solo bombero en 2019

| TIPO         | nº salidas SPEIS | % <sub>1</sub> | nº salidas Bombero | % <sub>2</sub> | % <sub>2</sub> - % <sub>1</sub> |
|--------------|------------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|
| A            | 3.198            | 54,15          | 158                | 72,48          | 18,33                           |
| B            | 1.679            | 28,43          | 43                 | 19,72          | - 8,7                           |
| C            | 1.029            | 17,42          | 17                 | 7,80           | - 9,62                          |
| <b>TOTAL</b> | <b>5.906</b>     | <b>100,00</b>  | <b>218</b>         | <b>100,00</b>  | <b>0</b>                        |

**Nota.** Comparativa del número de salidas por tipo de siniestro (A, B o C) del SPEIS y de un bombero.

A: siniestros que implicaron una subida de escaleras; B: siniestros que no implicaron una subida de escaleras; C: siniestros donde una subida de escalera fue indiferente; nº salidas SPEIS: siniestros realizados por el Servicio; %<sub>1</sub>: porcentaje relativo al total de salidas por tipo de siniestro del Servicio; nº salidas Bombero: número de siniestros por tipo realizados por un bombero; %<sub>2</sub>: porcentaje relativo del número total de salidas de un bombero; %<sub>2</sub> - %<sub>1</sub>: diferencia de porcentajes entre las salidas efectuadas por un bombero y las totales del SPEIS.





El ejercicio de subir escaleras con carga adicional en los servicios de bomberos durante una emergencia es un tipo de ejercicio donde se manifiesta un nivel de condición física medio-alto, ya que se requiere de la velocidad y de la fuerza apropiada para poder llegar al lugar de siniestro lo más rápido posible y en las mejores condiciones físicas y fisiológicas requeridas para así poder actuar con las máximas garantías en la emergencia a tratar. Este tipo de situaciones son una de las tareas psicofísicas específicas más exigentes que realizan los bomberos (Calavalle et al., 2013). El equipo de Calavalle planteó un escenario de subida de escaleras con EPI y carga adicional en su estudio, pero sólo se centró en la actitud cardiorrespiratoria para desarrollar un análisis de condición física general, obviando así el análisis de la fuerza y que sí fue el epicentro de este TFG. En la prueba de subir escaleras de Calavalle se subieron  $422 \pm 69$  escalones, a una velocidad de  $84,4 \pm 13,9$  escalones por minuto, lo que supuso una media de 5 minutos. Los resultados evidenciaron que los valores altos del  $VO_{2m\acute{a}x}$  (volumen máximo de oxígeno) se asocian con un menor aumento de la frecuencia cardíaca y un mejor rendimiento en la subida de escaleras. También demostraron que el  $VO_{2m\acute{a}x}$  está inversamente asociado con la grasa corporal y el peso. Por otro lado, Windish y colaboradores (2017) describieron el desempeño de extinción de incendios como una combinación de velocidad operativa, esfuerzo físico y agotamiento del aire durante varios ejercicios en escenarios simulados (Windisch et al., 2017). En esta ocasión se analizó la fuerza de manera descriptiva a 41 bomberos profesionales utilizando una prueba de salto horizontal desde parado ( $229 \pm 22$  cm) y una estimación de la 1RM (repetición máxima) en prensa atlética a una pierna ( $125,5 \pm 31,6$  kg). En los circuitos simulados de incendios se incluían varias tipologías de siniestros donde se realizó una ascensión a una escalera de 20 metros con EPI y ERA (22 kg). Dicha subida de escaleras se realizó en un tiempo de  $85 \pm 15$  segundos y el agotamiento medio del aire fue de  $85,6 \pm 16,8$  bar, lo que correspondía al  $28,6 \pm 5,6\%$  de la capacidad de una botella de aire comprimido normal de 6,8 litros (cargada a 300 bar de presión = 2.040 litros de aire). Entre los diferentes elementos estudiados, la subida de escaleras requirió la mayor absorción absoluta de aire ( $2,51 \pm 0,39$  l / min). Este estudio sirvió para definir una fórmula de rendimiento en extinción de incendios:  $TSA = T + HR + AD$ , donde T es el tiempo empleado, HR la frecuencia cardíaca y AD el gasto de aire. En ningún caso encontraron correlaciones entre la subida de escaleras y la fuerza del tren inferior.



Dentro de un estudio donde se quiso evaluar la capacidad del trabajo aeróbico y muscular de los bomberos (Lindberg et al., 2014) se trató de correlacionar, con diferentes pruebas de laboratorio, las distintas capacidades físicas y las situaciones simuladas en intervenciones tipo a 38 sujetos. De las 10 pruebas de campo evaluadas hubo una de despliegue de mangueras con dos cestas de 16 kg cada una (32 kg) por unas escaleras hasta una ascensión de 4 pisos (13 m). Se contabilizó el sumatorio del tiempo de dos repeticiones sin contar los tiempos de descanso y descenso ( $77 \pm 40$  segundos) –este tipo de trabajos suelen hacerlos bomberos con protocolos de trabajo distintos al 1<sup>er</sup> fístón (puesto que se explicará más adelante) pero, como podrá verse, es un esfuerzo similar–; y en laboratorio, un ejercicio de sentadilla a 90° con una carga de 22 kg donde se contabilizó el número de repeticiones realizadas hasta el fallo muscular con metrónomo ajustado a 40 ppm ( $102 \pm 79$  repeticiones). Se encontró una correlación significativa entre ambas variables ( $r = -0,63$ ).

Existen varios estudios que soportan una metodología y unas variables objeto de estudio similares al presentado en este TFG. Entre ellos, se encuentra el estudio realizado por Marciniak, R. A. y colaboradores (2021). Aunque en esta ocasión se estudiaron variables de fuerza mediante estimación de 1RM en sentadilla profunda y subida de escaleras con 35 kg a 35 bomberos, se correlacionaron con el equilibrio y no ofrecieron datos de interés para esta investigación. También, Xu, D. y colaboradores (2020), buscaron correlaciones entre la aptitud física y el desempeño de habilidades especiales en 20 bomberos. Tras estudiar diferentes variables, entre las que se encontraban la fuerza del tren inferior mediante extensión de rodilla sentado y la subida de una escalera de 10 pisos (30 m) con carga adicional de 35 kg, concluyeron que la potencia muscular de la parte inferior del cuerpo estaba inversamente relacionada con el tiempo de finalización de cada prueba. Esto sugirió, a medida que aumentaba la potencia o la fuerza muscular, la velocidad de rendimiento en cada una de las pruebas, entre las que se encontraba la subida de escaleras, mejoraba, lo que demuestra la importancia de la fuerza para completar este tipo de habilidades.

Hubo un estudio que no analizó la fuerza del tren inferior pero que sí encontró relaciones derivadas de la misma. En Kleinberg, C. R. y colaboradores (2016) se analizó a un grupo de 46 bomberos profesionales que fueron sometidos a subir y bajar un tramo de escaleras de 26 escalones 4 veces (104) lo más rápido posible ( $86,5 \pm 14,7$  segundos) y con un chaleco lastrado



de 22,73 kg, que simulaban el peso del EPI, y ERA, para averiguar si existía influencia entre el tamaño y la calidad de los músculos de las extremidades inferiores en dicha práctica. Se encontró una correlación significativa entre la sección transversal del recto femoral y la sección transversal del vasto lateral con el tiempo de subida y bajada de escaleras ( $r = -0,49$ ).

En otro estudio se quiso averiguar si existían correlaciones significativas entre el ejercicio de subida de escaleras y la fuerza del tren inferior –en este caso de la fuerza isométrica máxima– a 49 bomberos (Nazari, G. et al., 2016). La subida de escaleras se realizó en una torre de entrenamiento de 4 pisos (112 escalones) con un material de 18 kg dentro de una mochila ( $59 \pm 15,5$  segundos) y la fuerza isométrica del tren inferior en una plataforma de fuerza ( $138,43 \pm 27,63$  kg). En este caso no se encontraron correlaciones significativas entre ambas habilidades ( $r = 0,20$ ). Como tampoco la encontraron Skinner, T. L. y colaboradores (2020) cuando analizaron la fuerza del tren inferior mediante 3RM en una prensa atlética con ambas piernas ( $226,6 \pm 35,6$  kg) y la subida y bajada de un escalón de 28 cm durante 26 repeticiones ( $27,5 \pm 4,5$  segundos) a otro grupo de bomberos.

La literatura ofrece gran variedad de estudios relacionados con la habilidad específica que realizan los bomberos en el ejercicio de subida de escaleras, pero, aunque existe un objeto de estudio aparentemente claro, no se da un consenso a la hora de definir las variables ni los escenarios propios que más se acerquen a la realidad. En este trabajo se realizó una aproximación lo más objetiva posible al desempeño que desarrolla un bombero en un escenario de subida de escaleras con equipo específico y una descripción de la fuerza mecánica del tren inferior mediante protocolos estandarizados para buscar correlaciones entre ambas variables.

Los bomberos siempre realizan tareas con peso adicional añadido. Dicho peso implica una carga y, por lo tanto, un incremento en la intensidad de las actividades desarrolladas, “lo que supone un grado de exigencia o demanda al organismo de tipo fisiológico, mecánico, técnico y emocional en cada unidad de acción” (González-Badillo, J. J., & Ribas, 2002). Para el correcto desarrollo metodológico en la investigación de este TFG, se optó por el equipamiento que soporta el bombero 1<sup>er</sup> fistón. Dicha denominación es la que le otorga el propio SPEIS al bombero que avanza en primera posición en una extinción de incendios. Este puesto se le asigna al bombero al entrar en la guardia, y ello le destina a que porte y utilice unos materiales u otros



dependiendo del tipo de trabajo donde intervenga –son puestos rotatorios para cada guardia–. El cometido del 1<sup>er</sup> fistón en intervenciones de tipo *incendio en vivienda* puede llegar a ser la actividad más desfavorable para el bombero desde el punto de vista del rendimiento físico, dentro de los distintos tipos de siniestro y en base a una intervención ideal/tipo de subida de escaleras debido a la carga adicional soportada y a la intensidad del esfuerzo realizado.

En la tabla 4 se detalla el equipo específico que porta el bombero 1<sup>er</sup> fistón para estos tipos de trabajos, y consta de los siguientes elementos: casco de intervención para fuegos de interior Gallet F1 (EN 433 de cascos para la lucha contra el fuego en edificios y otras estructuras), cubre pantalón y chaquetón categoría III (EN 340 de ropas de protección y EN 469 de nivel máximo de protección. Prendas de protección para bomberos), botas de protección contra incendios (UNE–EN 15090 de calzado para bomberos), guantes de protección contra el fuego (UNE–EN 659 de guantes de protección para bomberos), máscara respiratoria (UNE–EN 136 de máscaras respiratorias completas), equipo autónomo de respiración (UNE–EN 137 de equipos de protección autónomo de respiración), manguera de 25 metros y 25 milímetros de diámetro y fistón<sup>4</sup> para mangueras de 25 milímetros. Este equipamiento es el mismo que utilizaron los sujetos analizados en esta investigación

**Tabla 4**  
*Descripción del equipamiento específico*

| <b>Material</b>   | <b>Peso kg</b> |
|---|----------------|
| Casco F1  | 2              |
| Chaquetón (talla ML) + radioteléfono + linterna               | 3              |
| Cubre pantalón (talla ML)                                     | 2              |
| Botas (talla 45)  | 4              |
| Guantes (talla 9)   | 0,7            |
| Máscara   | 1,3            |
| Equipo respiratorio (cargado con aire a 300 bares de presión) | 12,5           |
| Manguera + fistón   | 9,5            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>35</b>      |

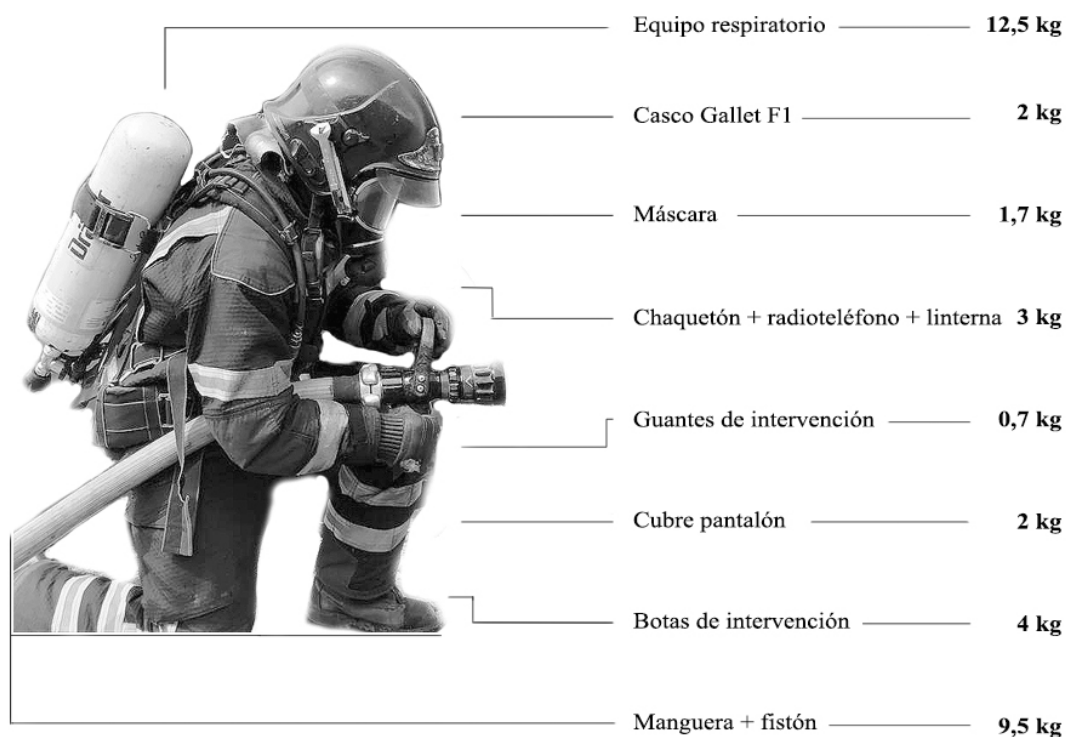
**Nota.** Peso en kg de las diferentes prendas y materiales portados por el bombero 1<sup>er</sup> fistón para una intervención de tipo incendio en vivienda.

<sup>4</sup> Fistón. Lanza contra incendios. Dispositivo que se coloca en el último lugar en el montaje de un servicio de mangueras.



La figura 3 representa al bombero 1<sup>er</sup> fistón con el equipo específico para las intervenciones de tipo *incendio en vivienda* y su carga relativa. Todos se pesaron en una báscula médica de la marca Asimed con certificación CE calibrada y verificada en fábrica para garantizar resultados exactos y precisos. La suma de todas las prendas y materiales suponen una carga adicional para el bombero de 35 kg.

**Figura 3**  
 Bombero 1<sup>er</sup> fistón con equipo específico



**Nota.** Equipo de intervención y materiales para incendios en vivienda e indicación de pesos según material.

En un estudio se buscaron diferencias entre las habilidades de velocidad, fuerza y potencia durante las carreras de velocidad en atletas remolcando un trineo lastrado y especialmente con cargas más pesadas (Lizana et al., 2020). Se pudo explicar, al menos parcialmente, la respuesta individual de cada sujeto, y se concluyó que un atleta más rápido es un atleta más fuerte. Esto abrió la hipótesis de que un bombero que obtuviese mejores resultados en diferentes test de fuerza, debía presentar mejor rendimiento en el ejercicio de subida de escaleras con el equipo específico.



El Servicio en su conjunto mostraba una plantilla (417) –a 24 de noviembre de 2019– con una edad promedio de 53 años. En el organigrama del SPEIS existen varias secciones que realizan distintas tareas dentro del Servicio. En la tabla 5 se puede ver el número de miembros que tiene la Sección de Extinción –grupo conformado por todo el personal adscrito a toda la operativa derivada de la extinción de incendios y salvamento– por tramos de edad de 5 años y por la categoría profesional que desempeñan. El resto (68), pertenecen a secciones ajenas al personal de guardia. Dentro de la Sección de Extinción existen rangos y cargos de distinta categoría: bomberos (BB), cabos de extinción (BC), sargentos de extinción (BS), bomberos conductores (CB), cabos conductores (CC), sargentos conductores (CS), suboficiales (BF), técnicos sanitarios (ST) y jefes de guardia (JG).

**Tabla 5**  
*Número de miembros en la Sección de Extinción*

| Categorías profesionales |            |           |           |           |           |          |          |          |          |            |
|--------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| Edad                     | BB         | BC        | BS        | CB        | CC        | CS       | BF       | ST       | JG       | Total      |
| 26 – 30                  | 2          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 2          |
| 31 – 35                  | 26         | 0         | 0         | 9         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 35         |
| 36 – 40                  | 37         | 0         | 0         | 14        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 51         |
| 41 – 45                  | 26         | 0         | 0         | 9         | 0         | 0        | 0        | 2        | 0        | 37         |
| 46 – 50                  | 16         | 2         | 2         | 7         | 0         | 0        | 1        | 1        | 0        | 29         |
| 51 – 55                  | 43         | 12        | 6         | 26        | 4         | 0        | 0        | 2        | 2        | 95         |
| 56 – 60                  | 37         | 9         | 5         | 14        | 5         | 2        | 3        | 1        | 2        | 78         |
| 61 – 65                  | 2          | 1         | 8         | 3         | 2         | 1        | 0        | 3        | 2        | 22         |
| <65                      | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0          |
| <b>TOTAL</b>             | <b>189</b> | <b>24</b> | <b>21</b> | <b>82</b> | <b>11</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>9</b> | <b>6</b> | <b>349</b> |

**Nota.** Datos de 2019 facilitados por la OTEX.

BB: bombero; BC: cabo de extinción; BS: sargento de extinción; CB: bombero conductor; CC: cabo conductor; CS: sargento conductor; BF: suboficial; ST: técnico sanitario; JG: jefe de guardia.



La tabla 6 describe las edades promedio en cada categoría profesional dentro de la Sección de Extinción y el rango al que pertenecen –el rango hace referencia a si el trabajo desempeñado es puramente operativo o lo es por mandos de superior categoría–.

**Tabla 6**  
*Edades por cargo de la Sección de Extinción*

| Categoría profesional | Edad media | Edad media por rango | Rango              |
|-----------------------|------------|----------------------|--------------------|
| BB                    | 47         | 49                   | Operativo          |
| CB                    | 51         |                      |                    |
| BC                    | 55         |                      |                    |
| BS                    | 58         | 57,5                 | Mandos             |
| CC                    | 58         |                      |                    |
| CS                    | 59         |                      |                    |
| BF                    | 57,5       | 57,5                 | Suboficial         |
| ST                    | 55         | 55                   | Técnico Sanitario* |
| JG                    | 57         | 57                   | Oficial Técnico    |
| <b>TOTAL</b>          | <b>189</b> | <b>54**</b>          |                    |

**Nota.** Edades medias relativas a cada cargo de la Sección de Extinción en 2019.

BB: bombero; BC: cabo de extinción; BS: sargento de extinción; CB: bombero conductor; CC: cabo conductor; CS: sargento conductor; BF: suboficial; ST: técnico sanitario; JG: jefe de guardia

\*El Técnico Sanitario (ST) puede considerarse como mando. \*\*La edad media de 54 años de la Sección de Extinción resulta ser 1 año superior a la media del conjunto del Servicio (53). Esto puede ser debido a que el personal adscrito a otras secciones baja la media (no aplicable en este estudio).

Se observó que los mandos (BC, BS, CC, CS y BF) tienen una edad media superior a los cargos operativos (BB y CB) (tabla 6). Estos cargos de superior categoría realizan esfuerzos muy similares en los siniestros de tipo *incendio en vivienda* y suelen soportar un peso adicional semejante al que manejan los cargos operativos. En este TFG se incluyeron para su estudio sujetos que ostentaban cargos operativos (BB y CB) y mandos (BC, BS y ST) en porcentaje de representación similar al que tiene el SPEIS.



## 5. Objetivos del TFG

Los objetivos planteados para este trabajo fin de grado fueron los siguientes:

1. Estudiar la relación existente entre distintos indicadores de fuerza muscular del tren inferior, la composición corporal y el rendimiento en una prueba de subida de escaleras con equipo específico en un grupo de bomberos profesionales.
2. Analizar el efecto agudo sobre distintas variables mecánicas, metabólicas y fisiológicas de una prueba de subida de escaleras con equipo específico en un grupo de bomberos profesionales.
3. Valorar la influencia que la edad tiene sobre los análisis correlacionales y sobre los efectos agudos de este tipo de prueba.

## 6. Metodología de la investigación

### 6.1 Tipo de investigación

Este estudio se ha basado en una investigación cuantitativa debido a las características de los datos. Por el grado de manipulación de las variables y los objetivos propuestos, dicha investigación es principalmente descriptiva. Por el tratamiento del análisis de los datos, la investigación es fundamentalmente correlacional e inferencial.

### 6.2 Sujetos

Se seleccionaron a 34 bomberos profesionales mediante técnica de muestreo no probabilística casual. Todos eran varones aparentemente sanos y físicamente activos con una edad promedio de  $42,7 \pm 8,2$  años, un peso corporal de  $76,16 \pm 6,70$  kg y una altura de  $1,77 \pm 0,05$  cm. Para la realización de análisis secundarios, la muestra fue distribuida en tres tramos de edad (de 26 a 35 años, G1; de 36 a 45 años, G2; y  $\geq 46$  años, G3) y que se muestran en la tabla 7. Estos tramos de edad fueron elegidos según la población total que conforma el cuerpo de Bomberos de la ciudad de Sevilla para tener una muestra representativa de la misma (Tabla 8). Todos confesaron realizar actividad física regularmente al menos 3 veces por semana. Sólo 4 de los 34 sujetos analizados realizaban entrenamiento específico de fuerza del tren inferior previo a la realización de este estudio. El resto se decantaba por un entrenamiento de tipo actividad física y salud combinando entrenamientos de resistencia cardiorrespiratoria y ejercicios de fuerza en gimnasio (generalmente hipertrofia).





**Tabla 7**  
*Descriptiva por grupos de edad*

| Variable    | G1<br>n = 10 | G2<br>n = 11 | G3<br>n = 13 |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Edad (años) | 33,8 ± 1,6   | 39,6 ± 2,1   | 52,2 ± 2,7   |
| Peso (kg)   | 72,96 ± 5,87 | 76,67 ± 5,06 | 78,19 ± 7,93 |
| Altura (m)  | 1,77 ± 0,05  | 1,78 ± 0,04  | 1,76 ± 0,05  |

**Nota.** Medias y desviaciones típicas para la edad, peso y altura en cada grupo de edad descrito.

G1: 26 – 35 años (n = 10); G2: 36 – 45 años (n = 11); y G3: ≥ 46 años (n = 13).

**Tabla 8**  
*Tramos de edad propuestos*

| Edad         | Categorías profesionales |           |           |           |           |          |          |          |          | Total      | %             |
|--------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|---------------|
|              | BB                       | BC        | BS        | CB        | CC        | CS       | BF       | ST       | JG       |            |               |
| G1: 26 – 35  | 28                       | 0         | 0         | 9         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 37         | 10,6          |
| G2: 36 – 45  | 63                       | 0         | 0         | 23        | 0         | 0        | 0        | 2        | 0        | 88         | 25,21         |
| G3: ≥ 46     | 98                       | 24        | 21        | 50        | 11        | 3        | 4        | 7        | 6        | 224        | 64,18         |
| <b>TOTAL</b> | <b>189</b>               | <b>24</b> | <b>21</b> | <b>82</b> | <b>11</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>9</b> | <b>6</b> | <b>349</b> | <b>100,00</b> |

**Nota.** Representación relativa a cada grupo de edad dentro de la Sección de Extinción del SPEIS.

BB: bombero; BC: cabo de extinción; BS: sargento de extinción; CB: bombero conductor; CC: cabo conductor; CS: sargento conductor; BF: suboficial; ST: técnico sanitario; JG: jefe de guardia.

## 6.3 Variables objeto de estudio

### 6.3.1 Variables antropométricas

Se hizo un estudio basado en metodología indirecta de antropometría empleando un procedimiento básico con el fin de averiguar si existían importancias características en el rendimiento deportivo y en el tipo de somatotipo de los sujetos analizados (Anup et al., 2014). El estudio cineantropométrico realizado se basó en los protocolos del International Standards for Anthropometric Assessment (ISAK., 2001), así como en el Manual de Referencia de Estandarización Antropométrica (Lohman, T., Roche, A., & Martorell, 1988).



Además de la edad, el peso y la altura, y en virtud de las características de los sujetos analizados, todos de la misma raza, sexo y con un grado de actividad física similar, se analizaron los parámetros correspondientes a la población deportista general que está basado en el sistema de pliegues cutáneos subescapular, tricípital, abdominal, supraespinal y de la pierna; los perímetros de cintura, cadera, brazo y pierna; y los diámetros óseos biestiloideo, biepicondileo y bicondileo (Carter, 1982). Se utilizó un plicómetro Slimguide para la obtención de pliegues cutáneos, una cinta métrica MEDca para la medición de los perímetros y un pie de rey digital GalaxPro para la toma de diámetros óseos.

El análisis se realizó previo a las demás evaluaciones, en horario laboral y siempre en las mismas condiciones fisiológicas para el sujeto. Debido a las particularidades de la jornada laboral no se pudo realizar la medición en condiciones de ayuno, así que se optó por evaluar a media mañana o a media tarde siempre priorizando las necesidades del Servicio. El análisis se llevó a cabo en una habitación confortable, amplia y bien ventilada. Todas las medidas se tomaron en el hemicuerpo derecho del sujeto salvo el pliegue tricípital y subescapular, que se tomaron en el izquierdo. Se realizaron 3 medidas de cada pliegue (mm), cada perímetro (cm) y cada diámetro (m) y se registró el promedio.

Todos los sujetos se pesaron, sin calzado y con la ropa de trabajo de parque que consistía en un pantalón largo y polo de manga larga o manga corta, en una báscula médica de la marca Asimed con tallímetro estandarizado en centímetros. Se registró el peso en kilogramos (kg) y la estatura en metros (m).

Todos los datos se recogieron en una hoja de cálculo EXCEL creada al efecto donde se obtuvieron los resultados referentes al porcentaje de masa grasa (%MG), porcentaje de masa muscular (%MM) y porcentaje de masa ósea (%MO). También se derivaron los valores absolutos de masa residual (MR), masa grasa, masa muscular y masa ósea, además del índice cintura-cadera (ICC). También se obtuvieron datos referentes al somatotipo, la somatocarta y parámetros de densidad corporal que no se tuvieron en consideración.



### 6.3.1.1 Masa grasa

Para el cálculo del porcentaje de masa grasa se empleó la ecuación de Faulkner. Para ello se utilizó el pliegue del tríceps (Pl Tri), pliegue subescapular (Pl sub), pliegue supraespinal (Pl Sesp) y pliegue abdominal (Pl Abd) (Faulkner, 1968):  $MG\% \text{ Hombres} = 0,153 * (Pl \text{ Tri} + Pl \text{ Sub} + Pl \text{ Sesp} + Pl \text{ Abd}) + 5,783$ . Para obtener la masa grasa en términos absolutos se derivó el resultado mediante la siguiente fórmula:  $MG \text{ (kg)} = [MG\% * \text{peso (kg)}] / 100$ .

### 6.3.1.2 Masa ósea

El cálculo de la masa ósea se obtuvo mediante la ecuación de Rocha con medidas de un sólo lado de los diámetros de fémur (DF), muñeca (DM) y la altura del sujeto (Rocha, 1975):  $MO \text{ (kg)} = 3,02 * (\text{Talla}^2 * DM * DF * 400) * 0,712$ . Para relativizar el resultado se empleó la fórmula:  $MO\% = MO \text{ (kg)} * 100 / \text{peso (kg)}$ .

### 6.3.1.3 Masa residual

La masa residual, en kilogramos, se obtuvo mediante la constante propuesta por Würch. Dicha masa en hombres corresponde al 24,1% del peso corporal del sujeto (Würch, 1974).

### 6.3.1.4 Masa muscular

La masa muscular se calculó en base a la diferencia respecto a la masa corporal del sujeto de la suma de la masa grasa, masa ósea y masa residual:  $MM \text{ (kg)} = \text{Peso (kg)} - [MG \text{ (kg)} + MO \text{ (kg)} + MR \text{ (kg)}]$ . Se relativizó mediante la fórmula:  $MM\% = MM \text{ (kg)} * 100 / \text{peso sujeto (kg)}$ .

### 6.3.1.5 Índice cintura-cadera

El cálculo del índice cintura-cadera (ICC) se obtuvo con la siguiente fórmula:  $ICC = \text{cintura (cm)} / \text{cadera (cm)}$ .

Para el desarrollo de la somatocarta se utilizaron las referencias del Manual de Desarrollo y Aplicaciones del Somatotipo (Carter B.H., 1990) incluidas en la misma hoja de cálculo pero que se obviaron en este estudio.



### 6.3.2 Variables metabólicas y fisiológicas

Para el análisis de las variables metabólicas y fisiológicas se contó con una ambulancia (AMB-2)<sup>5</sup> del propio SPEIS. Se tomaron los valores correspondientes a la saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y lactato en sangre. Estas variables se tomaron estando el sujeto en reposo sentado en el habitáculo de transporte de la ambulancia previo a la realización de los test y tras la realización de la subida de escaleras.

Se analizó la saturación de oxígeno (O<sub>2</sub>) y la frecuencia cardiaca (FC), tanto en fase de reposo como tras la ascensión a la escalera, utilizando el pulsioxímetro de un desfibrilador/monitor de la marca Medtronic y modelo Lifepack 12 colocándolo en el segundo dedo de la mano derecha del sujeto. Previamente se limpio y secó el dedo con un algodón impregnado en alcohol. Las pulsaciones se registraron en pulsos por minutos (ppm) y la saturación de oxígeno en porcentaje (%).

Para la medición del lactato en sangre se utilizó un dispositivo medidor de lactato Lactate Pro™ 2 junto a las tiras reactivas Lactate Pro™ 2 Test Strip. El procedimiento para la recogida de las muestras (sangre total capilar mediante punción) en reposo y tras el ejercicio, fue el recomendado por el fabricante (Kanai, 2010). La tira reactiva se introdujo por completo en el dispositivo de medición. Se desinfecto el área de punción (yema del segundo dedo de la mano izquierda) con discos de algodón impregnados en alcohol 96° y se dejó secar durante unos pocos segundos para evitar la hemólisis. La punción se realizó con una lanceta de la marca Accu-Chek modelo Safe-T-ProUno con una aguja de 0,36 mm de diámetro y profundidad de punción 1,5 mm. Se presionó ligeramente alrededor del área para obtener una gota de sangre. Esta primera gota se desechó y se volvió a limpiar la zona con un algodón seco. Se presionó de nuevo el dedo y se recogió la muestra de una nueva gota de sangre colocando la punta de la tira reactiva a 90°. Para que la lectura fuera fiable, la ventana de confirmación debía estar completa de sangre. Los datos se registraron en milimoles por litro (mmol/L). Se referenciaron los datos en reposo después de que el sujeto estuviera 3 minutos sentado y relajado. Los datos posteriores a la subida de escaleras se tomaron a los 3 minutos de la bajada de la misma.

---

<sup>5</sup> AMB-2. Nomenclatura que la da el SPEIS a uno de sus vehículos ambulancia.



### 6.3.3 Variables de rendimiento

Se estudiaron las variables de rendimiento de salto vertical CMJ, sentadilla profunda con una carga estandarizada de 35 kg y el tiempo de la subida de escaleras con equipo específico. El salto CMJ y la sentadilla con 35 kg tuvieron un análisis previo a la realización del ejercicio de subida de escaleras y otro posterior al mismo.

Para la activación, el sujeto llevó a cabo un calentamiento consistente en 5 minutos de movilidad articular general.

#### *6.3.3.1 Salto con contramovimiento*

Para medir la potencia mecánica del tren inferior se utilizó el Protocolo Ergo Jump de Bosco del salto en contramovimiento (CMJ) (Bosco et al., 1983). Tras la activación inicial, los sujetos realizaron un calentamiento de 2 series de 10 sentadillas profundas sin peso adicional recuperando 1 minutos entre cada serie, 5 saltos CMJ de menor a mayor intensidad con recuperación de 10 segundos y 3 saltos de aproximación a máxima intensidad con recuperación de 1 minuto. El sujeto ejecutó 5 saltos CMJ recuperando 10 segundos entre cada salto. Se desecharon el mejor y el peor salto y se registraron los otros 3. Los saltos se realizaron en una plataforma de contacto Microgait modelo Optogait. La altura del salto (h) se obtuvo a través de la fórmula:  $h = t^2 * g / 8$ , donde  $t$  es el tiempo en segundos y  $g$  es la aceleración de la gravedad. Tras el ejercicio de subida de escaleras se volvió a evaluar el salto CMJ. Para ello, los sujetos dispusieron de 2 minutos para deshacerse del equipo específico y prepararse para la medición. En este caso se realizaron 2 saltos con 10 segundos de descanso. Todos los saltos se registraron en centímetros con un decimal (cm).

#### *6.3.3.2 Sentadilla profunda con 35 kg*

Para las evaluaciones de sentadilla profunda con 35 kg (SQ35) se utilizó un pórtico de la marca Telju Innovate. La barra, con un peso de 17,5 kg, se cargó con discos Salter y Garvic. Para la cuantificación de la velocidad en el ejercicio se utilizó un encoder lineal de la marca T-Force System Ergotech con muestreo de velocidad instantánea a 1000 Hz.

Tras los saltos CMJ previos a la subida de escaleras, los sujetos ejecutaron 2 series de 5 repeticiones de calentamiento y aproximación al ejercicio de sentadilla profunda. La primera



serie fue de familiarización a la ejecución del ejercicio con el peso de la barra. El sujeto colocó la barra en la parte posterior de su espalda a la altura del acromion. Desde la posición erguida, con caderas y rodillas totalmente extendidas realizó una flexión profunda de rodillas hasta que la cadera descendió por el plano de éstas. Acto seguido, ascendió a la máxima velocidad para volver a la posición inicial. Para la segunda serie de calentamiento se subió el peso a 27,5 kg. La evaluación se efectuó mediante la realización por parte del sujeto de 2 series de 5 repeticiones con 35 kg a la máxima velocidad y recuperando 2 minutos entre series. Se registraron las 3 mejores velocidades medias propulsivas (VMP) en metros por segundo (m/s) y se cotejó la VMP promedio con 3 decimales. Tras 4 minutos del ejercicio de escaleras (i.e. momento de llegada tras la bajada) se realizó una medición de 1 serie de 3 repeticiones de sentadilla con 35 kg, y de nuevo se registraron las 3 mejores VMP junto al promedio de las mismas.

#### 6.3.3.3 *Subida de escaleras*

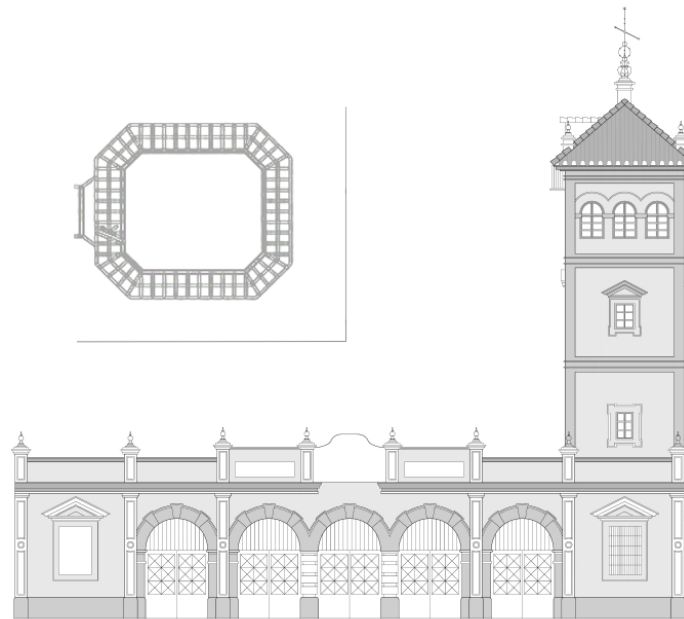
Tras la realización del ejercicio de sentadilla con 35 kg previas a la subida de escalera, el sujeto dispuso de 3 minutos para preparar el equipo específico. Se colocó una puerta de salida mediante células Fotoeléctricas Microgate Wittygate en el rellano inferior de la torre de prácticas a 2 metros del primer escalón y otra de llegada a otros 2 metros del último escalón en la zona superior.

La figura 4 representa el edificio donde se realizó este ejercicio. Fue en la torre de prácticas que se encuentra en el Parque Central del SPEIS y que está situado en la Calle Demetrio de los Ríos número 4, en el Barrio de San Bernardo de Sevilla. Dicha torre tiene una altura en su tramo de escaleras de 19,34 m, dispuesta en 88 escalones de 0,22 m de altura cada uno y una huella de 0,32 m. La escalera discurre por el muro interior de la torre en un solo tramo, sin descansillos ni rellanos, a modo de escalera de caracol con ascensión sentido izquierda y barandilla en el mismo lado. La torre simula una altura de un edificio de 6 plantas (edificio que se encuentra en la media del *Skyline* de la ciudad según el Plan General de Urbanismo y Obras Públicas PGOU de Sevilla). Se desarrolló una prueba piloto para estandarizar los tiempos entre cada test junto a los posibles recesos generados en cada etapa (ver anexo).



**Figura 4**

*Alzado de la fachada del Parque Central de Bomberos del Excelentísimo Ayuntamiento de Sevilla*



**Nota.** A la derecha se observa la torre de prácticas utilizada para la evaluación de subida de escaleras (Muñoz, a et al., 2019). Arriba a la izquierda, el detalle de planta del hueco de escalera (*Gerencia de Urbanismo*, s. f.).

Se le pidió al sujeto que realizase el ejercicio a la máxima velocidad posible y que en ningún momento se sujetara la barandilla para impulsarse. La manguera, junto al fistón, se portó enrollada en forma de palmera<sup>6</sup> y amarrada con una cincha para evitar su despliegue. Fue decisión del bombero portarla en un brazo, en otro o con ambos a la vez. La técnica de subida de los escalones, en cuanto a amplitud y frecuencia, fue a elección de cada sujeto. Además, se les pidió que atravesaran la puerta final de corte con el cuerpo completo y no con la mano. La prueba se realizó sin que el sujeto consumiera aire del equipo de respiratorio. Para el efecto, el pulmoautomático<sup>7</sup> se ancló en el orificio correspondiente en la propia máscara y ésta estuvo colgada alrededor del cuello con su cincha reglamentaria. El tiempo de subida (T) se recogió en segundos (s). La bajada fue a una velocidad moderada, siendo de un tiempo promedio de 1 minuto.

<sup>6</sup> Palmera. Es una técnica de plegado de mangueras.

<sup>7</sup> Pulmoautomático. Elemento que rebaja la presión del aire del circuito de alta presión del ERA. Suelen estar tarados a 1,03 bares para tener siempre presión positiva dentro de la máscara (UNE-EN 136 y 137).



#### 6.3.3.4 Test incremental de sentadillas

A las 96 horas de las evaluaciones anteriores, se realizó un test incremental de sentadilla profunda en el mismo pódiumo Telju Innovate utilizando el mismo encoder T-Force System Ergotech con muestreo de velocidad instantánea a 1000 Hz. Tras un calentamiento de movilidad articular general de 5 minutos, los sujetos realizaron 2 series de calentamiento de 10 sentadillas completas sin peso adicional recuperando 1 minuto entre series. Se estableció un peso inicial de 20 kg para todos los sujetos y la carga se fue incrementando en 10 kg hasta que la velocidad media propulsiva fuera inferior a 1 m/s. Dicha velocidad corresponde a un 60% de la 1RM y se consideró una carga suficiente para evaluar la fuerza del tren inferior (Conceição et al., 2016). La ejecución del ejercicio fue igual a la empleada en la sentadilla profunda con 35 kg. Este ejercicio sirvió para calcular la relación individual de carga-velocidad mediante una ecuación de regresión lineal y estimar la 1RM de cada sujeto. También se registró la carga correspondiente a la velocidad de 1 m/s. Las cargas se registraron en kg con dos decimales.

#### 6.3.4 Secuencia de ejercicios y toma de datos

##### *Día 1*

1. Evaluaciones antropométricas.
2. Toma de la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y lactato en sangre en condiciones de reposo.
3. Calentamiento. Consistente en 5 minutos de movilidad articular general y seguido de 2 series de 10 repeticiones de flexiones profundas de piernas. A continuación, 5 saltos verticales en intensidad progresiva. Posteriormente, 3 saltos verticales de aproximación al CMJ a máxima intensidad.
4. Evaluación del salto CMJ. 5 saltos con un tiempo de descanso de 10 segundos.
5. Sentadillas profundas con 35 kg. Se realizó una primera serie de calentamiento de 5 repeticiones con el peso de la barra y otra de aproximación con 27,5 kg. Seguidamente, 2 series de 5 repeticiones de sentadillas con 35 kg descansando 2 minutos entre series.
6. Subida de escaleras. 3 minutos para equiparse y otros 2 para deshacerse del equipo específico una vez finalizada la escalera.
7. Evaluación del salto CMJ. 2 saltos con un tiempo de descanso de 10 segundos.
8. Toma de la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y lactato en sangre tras 1 minuto de realizar los saltos.





9. Sentadillas completas con 35 kg. Tras 1 minuto de la toma anterior, los sujetos realizaron 1 serie de 3 repeticiones de sentadilla profunda con 35 kg.

*Día 2 (96 horas después)*

1. Calentamiento. Consistente en 5 minutos de movilidad articular general, seguido de 2 series de 10 repeticiones de flexiones profundas de piernas.
2. Test incremental de sentadillas. A partir de una carga de 20 kg con descansos de 2 minutos entre series, se incrementaba la carga en 10 kg hasta que la velocidad fuera inferior a 1m/s.

#### **6.4 Análisis estadístico**

Para la descripción de los datos, se emplearon métodos estadísticos estándar para el cálculo de las medias y desviaciones típicas (SD). La relación entre las distintas variables fue analizada mediante un estudio de correlación bivariado con coeficiente de correlación de Pearson. Para estudiar los efectos agudos de la subida de escalera de la muestra completa, se realizó una comparación de medias mediante Prueba-T para muestras relacionadas con un intervalo de confianza del 95%. Para estudiar los efectos agudos de la subida de escalera teniendo en cuenta los distintos grupos de edad, se realizó un análisis de medidas repetidas con ajuste Post Hoc de Bonferroni para determinar entre qué grupos existían diferencias significativas. Finalmente, para estudiar las posibles diferencias entre los distintos grupos de edad sobre el rendimiento en las variables de fuerza y el rendimiento específico (i.e. subida escalera con equipo específico), se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor con ajuste Post Hoc de Bonferroni. El nivel a partir del cual las diferencias fueron consideradas significativas (i.e. valor de p) se estableció en  $p < 0,05$ . Para el análisis y el estudio estadístico se utilizó el programa informático IBM SPSS Statistic en su versión 22.0.0.0 para el sistema operativo iOS X El Capitán 10.11.6.



## 7. Resultados

La tabla 9 muestra los resultados obtenidos en el tiempo empleado en el ejercicio de subida de escaleras con equipo específico y para las distintas variables de rendimiento en fuerza. Se observaron correlaciones estadísticamente significativas entre las variables relacionadas con el rendimiento en fuerza y el tiempo transcurrido en la subida de escaleras (tabla 10). La altura del salto vertical (CMJ) y el tiempo de subida (T) compartieron un 92% de la varianza explicada (figura 5). En esta misma línea, la velocidad media alcanzada con el peso de 35 kg en el ejercicio de sentadilla, la carga desplazada a una velocidad de 1m/s en este mismo ejercicio y el valor de la 1RM estimada mostraron correlaciones altas con el rendimiento en el ejercicio de subida de escaleras con equipo específico (tabla 9). Del mismo modo, los valores de salto vertical y la velocidad media alcanzada con el peso de 35 kg, evaluadas inmediatamente después del ejercicio de subida de escaleras (ver metodología), mantuvieron los valores de correlación con el rendimiento en la subida de escalera observados previamente a su realización (Tabla 10).

**Tabla 9**

*Descriptiva de variables de rendimiento*

| Variable | n = 34        |
|----------|---------------|
| T        | 30,38 ± 5,75  |
| 1 m/s    | 50,59 ± 15,23 |
| 1RM      | 96,66 ± 26,74 |

**Nota.** Datos presentados en medias y desviaciones típicas.

n = 34: conjunto de la muestra analizada; T: tiempo empleado en la subida de escaleras; 1 m/s: carga desplazada a esa velocidad; y 1RM: peso correspondiente a la estimación de 1RM mediante relación carga-velocidad.

**Tabla 10**

*Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y rendimiento en fuerza*

| Variable |          | CMJ <sub>pre</sub> | CMJ <sub>post</sub> | SQ35 <sub>pre</sub> | SQ35 <sub>post</sub> | 1 m/s   | 1RM     |
|----------|----------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------|---------|
| T        | <i>r</i> | -0,850*            | -0,856*             | -0,773*             | -0,683*              | -0,635* | -0,595* |
| n = 34   | <i>p</i> | 0,000              | 0,000               | 0,000               | 0,000                | 0,000   | 0,000   |

**Nota.** Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y las variables de fuerza.

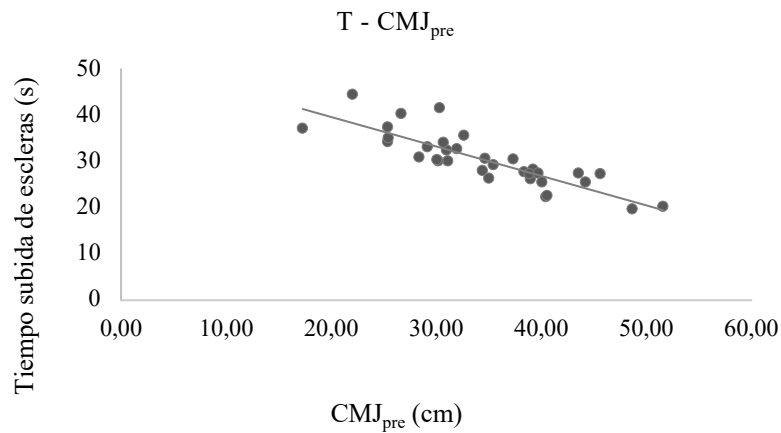
n = 34: conjunto de la muestra analizada; CMJ: salto con contramovimiento; SQ35: velocidad media propulsiva en el ejercicio de sentadillas con 35kg; 1 m/s: carga desplazada a esa velocidad; y 1RM: peso correspondiente a la estimación de 1RM mediante relación carga-velocidad.

*r*: coeficiente de correlación; *p*: p-value; \**p* ≤ 0,001.



**Figura 5**

*Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y el salto con contramovimiento previo*



La tabla 11 muestra los valores obtenidos sobre los efectos agudos provocados por la subida de escalera. Se observó una pérdida significativa ( $p < 0,001$ ) en el salto vertical (CMJ) del 10,39% con respecto al efectuado previamente. Del mismo modo, en el ejercicio de sentadilla profunda con 35 kg también hubo una pérdida de velocidad significativa del 5,22% (tabla 11). Se observó una diferencia significativa ( $p < 0,001$ ) en la concentración de lactato capilar, el cual alcanzó valores diferenciales de  $10,88 \pm 3,11$  mmol/L, y en la frecuencia cardiaca, que tuvo un aumento promedio de  $49,59 \pm 10,31$  latidos por minuto posterior a la subida de escaleras. La saturación de oxígeno tuvo un leve descenso que no resultó significativo.

**Tabla 11**

*Descriptiva sobre variables fisiológicas, metabólicas y de rendimiento*

| n = 34         |                   |                    |           |
|----------------|-------------------|--------------------|-----------|
| Variable       | Pre               | Post               | p         |
| FC             | $63,26 \pm 11,56$ | $112,85 \pm 21,87$ | $< 0,001$ |
| O <sub>2</sub> | $98,32 \pm 2,20$  | $97,21 \pm 2,41$   | 0,031     |
| L              | $1,83 \pm 0,68$   | $12,71 \pm 3,46$   | $< 0,001$ |
| CMJ            | $34,55 \pm 7,68$  | $30,96 \pm 7,32$   | $< 0,001$ |
| SQ35           | $1,188 \pm 0,223$ | $1,126 \pm 0,221$  | $< 0,001$ |

**Nota.** Datos presentados en medias y desviaciones típicas.

n = 34: conjunto de la muestra analizada. FC: frecuencia cardiaca; O<sub>2</sub>: saturación de oxígeno; L: Concentración capilar de lactato; CMJ: salto con contramovimiento; SQ35: velocidad media propulsiva en el ejercicio de sentadillas con 35kg; Pre: evaluación previa a la subida de escalera; Post: evaluación inmediatamente después de la subida de escalera; p: p-value.



En la tabla 12 se muestran los datos antropométricos. El cálculo mediante correlación de Pearson entre las variables antropométricas analizadas y el tiempo de subida de escaleras para el conjunto de la muestra (tabla 13), indicó tener un nivel de significancia alto para el porcentaje de masa grasa, compartiendo una varianza del 67% (figura 6) y un 66% para el porcentaje de masa muscular. También se dieron correlaciones significativas para el porcentaje de masa ósea y el índice cintura-cadera (tabla 13).

**Tabla 12***Descriptiva sobre variables antropométricas*

| Variable | n = 34       |
|----------|--------------|
| %MG      | 13,05 ± 3,44 |
| %MM      | 47,65 ± 3,11 |
| %MO      | 15,23 ± 1,02 |
| ICC      | 0,93 ± 0,05  |

**Nota.** Datos presentados en medias y desviaciones típicas.

n = 34: conjunto de la muestra analizada.

%MM: porcentaje de masa muscular; %MG: porcentaje de masa grasa; %MO: porcentaje de masa ósea; ICC: índice cintura-cadera.

**Tabla 13***Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y variables antropométricas*

| Variable |          | %MM      | %MG      | %MO     | ICC     |
|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| T        | <i>r</i> | -0,440** | -0,447** | -0,406* | -0,367* |
| n = 34   | <i>p</i> | 0,009    | 0,002    | 0,017   | 0,033   |

**Nota.** Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y las variables antropométricas.

n = 34: conjunto de la muestra.

T: tiempo empleado en la subida de escaleras; %MM: porcentaje de masa muscular; %MG: porcentaje de masa grasa; %MO: porcentaje de masa ósea; ICC: índice cintura-cadera.

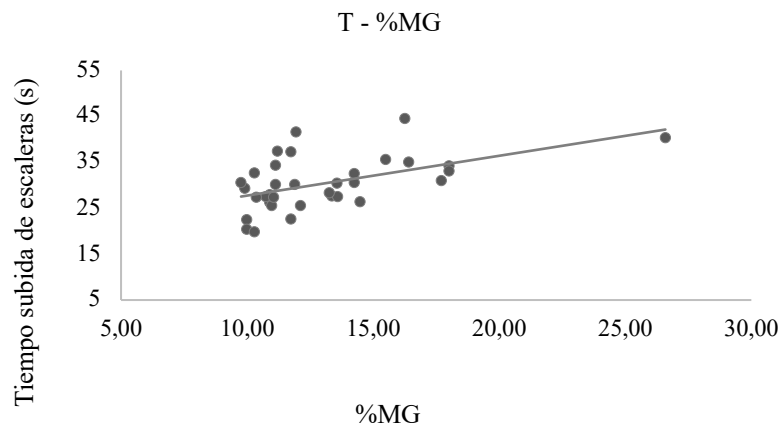
*r*: coeficiente de correlación; *p*: p-value.

\* $p \leq 0,05$  y \*\* $p \leq 0,01$ .



**Figura 6**

*Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y el porcentaje de masa grasa*



La tabla 14 muestra el tiempo empleado para el ejercicio de subida de escaleras, la carga promedio desplazada en el ejercicio de sentadilla profunda a 1 m/s y la estimación de la 1RM en la prueba incremental del mismo ejercicio para cada grupo de edad. El análisis de comparativa de medias reflejó que existieron diferencias significativas entre los diferentes grupos para el tiempo empleado en la subida de escaleras (tabla 14), no dándose en este caso para la carga desplazada a 1 m/s ni para la estimación de la 1 RM en sentadilla, aunque sí se muestra una tendencia al detrimento en el rendimiento para edades más avanzadas. El grupo de edad que obtuvo un rendimiento mayor en el tiempo de subida de escaleras y en la sentadilla profunda fue el G2, seguido del G1 y del G3.

**Tabla 14**

*Descriptiva sobre variables de rendimiento por grupos de edad*

| Variable | G1<br>n = 10   | G2<br>n = 11    | G3<br>n = 13  |
|----------|----------------|-----------------|---------------|
| T        | 28,23 ± 4,17** | 27,16 ± 3,99*** | 34,76 ± 5,51  |
| 1 m/s    | 51,68 ± 12,33  | 57,53 ± 17,59   | 43,88 ± 13,11 |
| 1RM      | 100,13 ± 22,54 | 106,61 ± 30,37  | 85,56 ± 24,14 |

**Nota.** Datos presentados en medias y desviaciones típicas.

G1: 26 – 35 años (n = 10); G2: 36 – 45 años (n = 11); y G3: ≥ 46 años (n = 13); T: tiempo empleado en la subida de escaleras; 1 m/s: carga desplazada a esa velocidad; y 1RM: peso correspondiente a la estimación de 1RM mediante relación carga-velocidad.

\*\*Diferencia significativa  $p \leq 0,01$  con respecto a G3; \*\*\*Diferencia significativa  $p \leq 0,001$  con respecto a G3.



Para los diferentes grupos de edad descritos también se observaron correlaciones estadísticamente significativas entre las variables relacionadas con el rendimiento en fuerza y el tiempo empleado en la subida de escaleras (tabla 15). La altura del salto vertical (CMJ) y el tiempo de subida (T) compartieron un 92% de la varianza para el G1 (26 – 35 años), un 96% para el G2 (36 – 45 años) (figura 7) y un 84% para el G3 ( $\geq 46$  años). La velocidad media alcanzada con el peso de 35 kg en el ejercicio de sentadilla profunda, mostró correlación significativa para el G2 y G3 con el tiempo empleado en la subida de escaleras. La correlación entre la carga desplazada a 1 m/s y el valor de la 1RM estimada mostró ser significativa para los grupos de edad G1 y G2 (tabla15). Por último, los valores de salto vertical alcanzados por el G3 fueron los únicos que tuvieron una correlación significativa tras la realización del ejercicio de subida de escaleras con peso específico. (Tabla 15).

**Tabla 15**

*Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y variables de rendimiento de fuerza por grupos de edad*

| Variable   |          | CMJ <sub>pre</sub> | CMJ <sub>post</sub> | SQ35 <sub>pre</sub> | SQ35 <sub>post</sub> | 1 m/s    | 1RM     |
|------------|----------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------|---------|
| T          | <i>r</i> | -0,846**           | -0,860**            | -0,600              | -0,561               | -0,724*  | -0,725* |
| G1; n = 10 | <i>p</i> | 0,002              | 0,001               | 0,067               | 0,092                | 0,018    | 0,012   |
| T          | <i>r</i> | -0,924**           | -0,964**            | -0,660*             | -0,601               | -0,761** | -0,694* |
| G2; n = 11 | <i>p</i> | 0,000              | 0,000               | 0,027               | 0,050                | 0,006    | 0,018   |
| T          | <i>r</i> | -0,708**           | -0,689**            | -0,827**            | -0,700*              | -0,362   | -0,302  |
| G3; n = 13 | <i>p</i> | 0,007              | 0,009               | 0,000               | 0,008                | 0,224    | 0,317   |

**Nota.** Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y las variables de fuerza.

G1: 26 – 35 años (n = 10); G2: 36 – 45 años (n = 11); y G3:  $\geq 46$  años (n = 13); CMJ: salto con contramovimiento, SQ35: velocidad media propulsiva en el ejercicio de sentadillas con 35kg; 1 m/s: carga desplazada a esa velocidad; y 1RM: peso correspondiente a la estimación de 1RM mediante relación carga-velocidad; Pre: evaluación previa a la subida de escalera; Post: evaluación inmediatamente después de la subida de escalera.

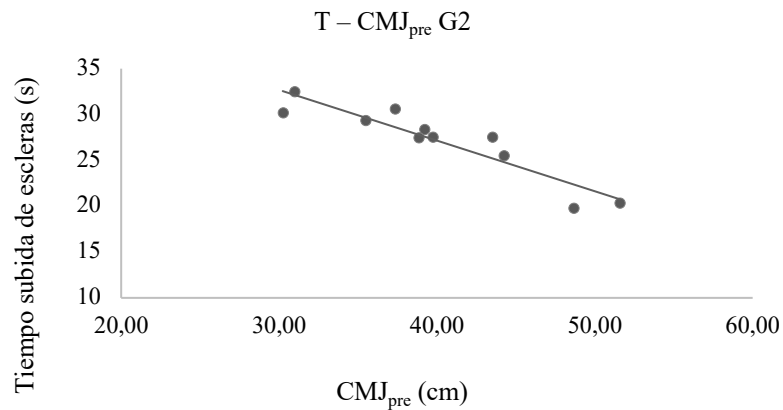
*r*: coeficiente de correlación; *p*: p-value.

\* $p \leq 0,05$  y \*\* $p \leq 0,01$ .



**Figura 7**

Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y el salto con contramovimiento previo para G2



En la tabla 16 se observan los valores obtenidos sobre los efectos agudos provocados por la subida de escalera para los diferentes grupos de edad descritos en las variables fisiológicas, metabólicas y de rendimiento estudiadas. En todos los grupos se observó una pérdida significativa ( $p \leq 0,001$ ) en el salto vertical (CMJ) con respecto al efectuado previo al ejercicio de subida de escaleras. No siendo así en el ejercicio de sentadilla profunda con 35 kg, donde sólo hubo diferencia significativa ( $p < 0,001$ ) para el G2, y para el G3 ( $p = 0,014$ ) (tabla 16). Se observaron diferencias significativas en la concentración de lactato en sangre y en la frecuencia cardiaca ( $p < 0,001$ ) obtenidos después de la subida de escalera en todos los grupos. Finalmente, no se dieron diferencias significativas en la medición de la saturación de oxígeno con respecto a la medición previa a la subida de escaleras para ningún grupo de edad.

Con respecto a las diferencias observadas para cada variable entre los diferentes grupos, el salto vertical (CMJ) resultó ser donde estas diferencias fueron mayores, siendo significativas ( $p \leq 0,001$ ) en el G2 respecto al G3 en la evaluación previa a la subida de escaleras y en la evaluación posterior ( $p \leq 0,01$ ) (tabla 16). Esta variable también fue significativa ( $p \leq 0,05$ ) en el grupo de edad G1 respecto al G3 en el momento previo y posterior a la subida de escaleras. Por último, se observó una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en el G2 respecto al G3 en el ejercicio de sentadilla con 35 kg evaluada en el momento anterior a la subida de escaleras (tabla 16).



**Tabla 16**

*Descriptiva sobre variables fisiológicas, metabólicas y de rendimiento por grupos de edad antes y después de la subida de escalera*

| Variable       | G1<br>n = 10  |                 |         | G2<br>n = 11    |                 |         | G3<br>n = 13  |                 |         |
|----------------|---------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|---------|---------------|-----------------|---------|
|                | Pre           | Post            | p       | Pre             | Post            | p       | Pre           | Post            | p       |
| FC             | 58,40 ± 10,75 | 109,00 ± 27,08† | < 0,001 | 64,27 ± 9,53    | 123,64 ± 18,07† | < 0,001 | 66,15 ± 13,25 | 106,69 ± 18,24† | < 0,001 |
| O <sub>2</sub> | 99,30 ± 0,82  | 98,00 ± 0,82    | 0,179   | 97,21 ± 2,59    | 96,82 ± 1,33    | 0,235   | 97,92 ± 2,47  | 96,92 ± 3,64    | 0,237   |
| L              | 2,02 ± 1,07   | 12,12 ± 5,22†   | < 0,001 | 1,84 ± 0,44     | 14,25 ± 2,62†   | < 0,001 | 1,69 ± 0,43   | 11,88 ± 1,84†   | < 0,001 |
| CMJ            | 35,82 ± 3,51* | 33,24 ± 3,99*†  | 0,001   | 39,99 ± 6,68*** | 34,81 ± 7,43**† | 0,001   | 28,97 ± 7,27  | 25,99 ± 6,68†   | < 0,001 |
| SQ35           | 1,211 ± 0,169 | 1,179 ± 0,171   | 0,120   | 1,300 ± 0,237*  | 1,193 ± 0,234†  | < 0,001 | 1,074 ± 0,205 | 1,029 ± 0,224†  | 0,014   |

**Nota.** Datos presentados en medias y desviaciones típicas.

G1: 26 – 35 años (n = 10); G2: 36 – 45 años (n = 11); y G3: ≥ 46 años (n = 13).

FC: frecuencia cardiaca; O<sub>2</sub>: saturación de oxígeno; L: Concentración capilar de lactato; CMJ: salto con contramovimiento; SQ35: velocidad media propulsiva en el ejercicio de sentadillas con 35kg; Pre: evaluación previa a la subida de escalera; Post: evaluación inmediatamente después de la subida de escalera; p: p-value.

†Diferencias significativas con respecto al Pre.

\*Diferencia significativa  $p \leq 0,05$  con respecto a G3; \*\*Diferencia significativa  $p \leq 0,01$  con respecto a G3; \*\*\*Diferencia significativa  $p \leq 0,001$  con respecto a G3.





La comparativa de medias para las variables antropométricas indicó que había cierto grado de diferencia sobre el porcentaje de masa grasa y masa muscular entre los grupos G3 y G2. En el caso del índice cintura-cadera también se encontraron diferencias significativas, pero esta vez entre los grupos G3 y G1 (tabla 17). Como se observa en la misma tabla, el G2 fue el grupo de edad que presentó menores niveles de masa grasa acompañado de un mayor porcentaje en los niveles de masa muscular. Con respecto al ICC, el G3 obtuvo los peores parámetros

**Tabla 17**  
*Descriptiva sobre variables antropométricas por grupos de edad*

| Variable | G1            | G2           | G3           |
|----------|---------------|--------------|--------------|
|          | n = 10        | n = 11       | n = 13       |
| %MG      | 12,26 ± 1,97* | 11,44 ± 1,60 | 15,01 ± 4,51 |
| %MM      | 48,22 ± 1,56* | 49,01 ± 1,72 | 46,00 ± 4,18 |
| %MO      | 15,42 ± 1,20  | 15,46 ± 0,83 | 14,89 ± 0,99 |
| ICC      | 0,90 ± 0,03   | 0,93 ± 0,03* | 0,96 ± 0,06  |

**Nota.** Datos presentados en medias y desviaciones típicas.

G1: 26 – 35 años (n = 10); G2: 36 – 45 años (n = 11); y G3: ≥ 46 años (n = 13).

%MG: porcentaje de masa grasa; %MM: porcentaje de masa muscular; %MO: porcentaje de masa ósea; ICC: índice cintura-cadera.

\*Diferencia significativa  $p \leq 0,05$  con respecto a G3.

La tabla 18 muestra las correlaciones entre las variables antropométricas y el tiempo de subida a la escalera (T) para cada grupo de edad. En este particular no se encontraron correlaciones significativas por grupo, aunque sí parece haber una tendencia correlacional entre dichas variables.



**Tabla 18***Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y las variables antropométricas por grupos de edad*

| Variable  |          | %MG   | %MM    | %MO    | ICC    |
|-----------|----------|-------|--------|--------|--------|
| T         | <i>r</i> | 0,432 | -0,210 | -0,438 | -0,092 |
| G1 n = 10 | <i>p</i> | 0,209 | 0,561  | 0,205  | 0,800  |
| T         | <i>r</i> | 0,457 | -0,331 | -0,193 | -0,435 |
| G2 n = 11 | <i>p</i> | 0,158 | 0,320  | 0,569  | 0,182  |
| T         | <i>r</i> | 0,305 | -0,255 | -0,313 | 0,472  |
| G3 n = 13 | <i>p</i> | 0,312 | 0,400  | 0,298  | 0,103  |

**Nota.** Correlación entre el tiempo de subida de escaleras y las variables antropométricas.

G1: 26 – 35 años (n = 10); G2: 36 – 45 años (n = 11); y G3:  $\geq$  46 años (n = 13).

T: tiempo empleado en la subida de escaleras; %MG: porcentaje de masa grasa; %MM: porcentaje de masa muscular; %MO: porcentaje de masa ósea; ICC: índice cintura-cadera.

*r*: coeficiente de correlación; *p*: p-value.



## 8. Discusión

El objetivo principal de este estudio fue analizar las posibles relaciones existentes entre distintos indicadores de fuerza muscular del tren inferior y el rendimiento en una prueba de subida de escaleras con equipo específico. Observamos la existencia de relaciones desde moderadas a altas entre el rendimiento obtenido en el ejercicio de sentadillas y el salto vertical con el rendimiento específico (i.e. subida a escalera con equipo específico). El análisis de los efectos agudos sobre las distintas variables mecánicas, metabólicas y fisiológicas tras la subida de escaleras denotó un deterioro significativo en dichas variables. La edad tuvo un efecto inversamente proporcional al rendimiento en el ejercicio de subida de escaleras. Igualmente ocurre con la composición corporal, donde un bombero que tenga una edad mayor tendrá mayores niveles de masa grasa y, por ende, un menor rendimiento en el ejercicio de subida de escaleras. Por tanto, la fuerza muscular del tren inferior parece tener una influencia positiva sobre la habilidad específica que tiene lugar durante el desarrollo profesional de los equipos de prevención, extinción de incendios y salvamento. Finalmente, este tipo de actividad parece involucrar de manera considerable a las vías metabólicas dependientes primordialmente de la glucólisis.

Como se ha visto en apartados anteriores, diversos estudios han analizado la influencia que podía tener la fuerza del tren inferior en bomberos para el ejercicio de subida de escaleras con carga adicional y tratar de buscar correlaciones significativas entre ambas (Calavalle et al., 2013; Windish et al., 2017; Lindberg et al., 2014; Marciniak, R. A. et al., 2021; Xu, D. et al., 2020; Kleinberg, C. R. et al., ;2016 & Nazari, G. et al., 2016). Lindberg et al. (2014) ya afirmó que la fuerza es importante para la capacidad desarrollada en el trabajo de los bomberos durante un ejercicio tipificado de subida y bajada de escaleras reiteradas realizando un despliegue de mangueras. Dichos autores observaron una correlación moderada entre los valores de fuerza y la habilidad de subir escaleras ( $r = -0,63$ ). Resultados muy similares ( $r = -0,68$ ) fueron encontrados en el presente TFG. Estos resultados parecen indicar que distintas manifestaciones de fuerza del tren inferior, tales como la capacidad de aplicar fuerza rápidamente evaluadas a través del salto vertical (CMJ) y la estimación de la fuerza máxima de los bomberos ante cargas elevadas (1RM) evaluada mediante una relación carga-velocidad con una prueba incremental de sentadilla profunda, explican en gran medida el rendimiento específico en el tiempo de subida de escaleras.



El grupo de edad comprendido entre 26 y 35 años y entre 36 y 45 años obtuvieron una correlación alta entre el tiempo de subida de escaleras y el valor de la 1RM, mientras que el grupo de edad por encima de los 46 años no mostró relaciones significativas entre ambas variables. Estos datos, junto con la tendencia a obtener mayores valores de la 1RM para los grupos de edad G1 y G2, pone de manifiesto la importancia de la capacidad de aplicar fuerza ante cargas altas para tener un alto rendimiento en el desarrollo de tareas específicas en bomberos profesionales. En esta misma línea, el salto vertical CMJ fue el ejercicio donde se manifestó la correlación más estrecha junto al mayor rendimiento en la subida de escaleras. Dichas correlaciones también se dieron para los distintos grupos de edad descritos. Por tanto, los bomberos que saltaron más alto y, por ende, mostraron una potencia mayor del tren inferior, fueron más rápidos en la subida de escaleras sin que la edad fuera un parámetro diferencial de correlación. En el grupo de edad G2 (36 – 45 años) se dieron los picos de fuerza más altos en el ejercicio de salto vertical (CMJ), tanto en fase previa como en respuesta aguda tras la subida de escaleras, coincidiendo también con los mejores tiempos para este ejercicio. En cuanto a las diferencias existentes entre ambas variables para los diferentes grupos de edad, se observó que, aunque habiendo diferencias entre ellos, también existieron diferencias en el rendimiento de ambas variables (CMJ y T) siendo el G3 ( $\geq 46$  años) el grupo que menos rendimiento desarrolló. Cabe destacar que el grupo de edad G1 (26 – 35 años) tuvo peores resultados en las variables de rendimiento descritas que el G2 (36 – 45 años), por lo que ser más joven de 35 años no se asocia con un mayor rendimiento en estas pruebas. Finalmente, los bomberos que obtuvieron una velocidad media mayor en el ejercicio de sentadilla profunda con 35 kg fueron más rápidos en la subida de escaleras. Sin embargo, para los diferentes grupos de edad descritos, la correlación se rompe para el grupo de menor edad, es decir, que ni en la evaluación previa, ni en la posterior a la subida a escalera, se obtuvieron correlaciones significativas. En el grupo de edad G2 se dio una particular situación, ya que sí se presentó una correlación significativa con el tiempo de subida de escaleras, pero tan solo en el análisis posterior. Esto pudo ser debido a que el citado grupo rindió más en el ejercicio de subida de escaleras y ello le pudo provocar una respuesta de fatiga más aguda con una consecuente pérdida de velocidad en el ejercicio de salto.

En cuanto a las variables fisiológicas estudiadas, la frecuencia cardiaca media medida en reposo no tuvo una relación significativa con el rendimiento en el ejercicio de subida de escaleras. Lo



mismo sucedió con la saturación de oxígeno en sangre. Las mismas variables medidas tras el ejercicio, aunque presentaron diferencias significativas respecto al análisis previo, no presentaron una correlación con los efectos agudos provocados por la subida de escaleras en las variables de salto vertical CMJ y la sentadilla con 35 kg. Los niveles de concentración de lactato en sangre capilar medidos en la fase posterior al ejercicio de subida de escaleras, tampoco presentaron correlación significativa con los parámetros del salto vertical CMJ y la sentadilla con 35 kg en fase aguda.

Observando los datos antropométricos se pudo constatar que la muestra analizada ostenta un buen estado de salud derivado de su porcentaje de masa grasa. Haciendo una correlación entre todas las variables antropométricas estudiadas y el tiempo de subida de escaleras se pudo ver que todas fueron significativas, pero quizá el porcentaje de masa grasa y el índice cintura-cadera fueron las más llamativas por ser parámetros de medición influyentes en la salud y en el rendimiento. Al hacer la comparativa entre grupos de edad, dicha correlación no se dio para ningún parámetro antropométrico y el tiempo de subida de escaleras, por lo que se puede decir que la edad puede no ser un factor influyente en esta relación. Los bomberos que tienen un porcentaje menor de masa grasa y un índice cintura-cadera menor consiguen un mayor rendimiento en el ejercicio de subida de escaleras con equipo específico a nivel general. Aunque las diferencias no fueron significativas entre grupos, se observó que cuanto más joven sea un bombero, mayor será la relación de dicha práctica con respecto a su porcentaje de masa grasa. Esto puede venir explicado en parte por la pérdida de masa muscular (3 – 8%) por década y la acumulación de grasas observadas en adultos inactivos (Westcott, 2012) y una posible obesidad que está asociada con un mayor riesgo de discapacidad laboral en los bomberos (Soteriades et al., 2008). Esto puede provocar un déficit en el rendimiento y, además, agudizar patologías como el síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares u otros riesgos derivados para la salud.

Aunque no existe un prototipo ideal de composición corporal, sí existen tendencias para diferentes poblaciones. Por los esfuerzos realizados y por el despliegue físico requerido en las intervenciones, se puede considerar que los bomberos pertenecen a la población deportista, y es precisamente en este tipo de población donde el porcentaje de nivel de grasa corporal cobra especial interés (Chamorro et al., 2004). Un rendimiento deportivo óptimo se asocia con un



rango de masa grasa de entre el 6 y el 15% para la mayoría de los deportistas varones (Bean, 2005). La muestra analizada presentó un porcentaje de masa grasa promedio dentro de dichos valores, lo que indica que los bomberos están dentro de los parámetros óptimos que pueden derivar en un efecto positivo sobre el rendimiento en el desempeño de su trabajo. Además, la muestra estudiada obtuvo un índice cintura-cadera por debajo de 1, lo que es indicativo de un bajo riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Montabán, 2001).

Durante el análisis estadístico se observó que no existieron diferencias significativas entre los distintos cargos operativos dentro de la Sección de Extinción para ninguna de las variables estudiadas (antropométrica, metabólica, fisiológica o de rendimiento). Bomberos, bomberos conductores, cabos, sargentos de extinción y técnicos sanitarios parecen presentar un estado de forma similar y que se ve evidenciado por el tipo de trabajo que realizan para las subidas de escaleras en siniestros reales con carga adicional.

Los resultados mostrados en este estudio pueden ser de especial relevancia para justificar la necesidad de la implantación de programas de entrenamiento basados en la fuerza mecánica del tren inferior y para el mantenimiento de una buena composición corporal en los servicios de prevención, extinción de incendios y salvamento. Unos indicadores de fuerza altos pueden garantizar un mejor rendimiento en escenarios donde el bombero deba desempeñar un trabajo de subida de escaleras a una intensidad elevada con la carga que supone el equipo específico. Estos indicadores podrían ser fácilmente medibles en el ámbito laboral a todo el personal sistemáticamente mediante evaluaciones como las vistas en este estudio. De este modo, se podría hacer un seguimiento individual y tener una visión más detallada del estado de forma de los miembros que integran la Sección de Extinción. El mantenimiento y la mejora de la fuerza debe ser indispensable durante la carrera profesional de todos los bomberos, ya que, independientemente de la edad o cargo profesional, todos desarrollan trabajos similares en las intervenciones que impliquen subida de escaleras.

Se ha podido ver que la edad está estrechamente relacionada con el rendimiento en escenarios de subida de escaleras, y el Servicio de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamento del Ayuntamiento de Sevilla tiene una plantilla con una edad media bastante elevada. Esto podría



provocar un deterioro en el rendimiento a medida que avancen los años por la no incorporación de bomberos más jóvenes y, a su vez, afectar a la eficacia en las diferentes intervenciones.

Tras el análisis efectuado, se ve necesario el mantenimiento de las proporciones antropométricas dentro de los parámetros saludables y óptimos para el rendimiento que harán que el bombero rinda a un mejor nivel para los supuestos estudiados de subida escaleras. Menores parámetros de masa grasa tienen una incidencia significativa en este tipo de tareas, por lo que es necesario tener un buen equilibrio nutricional que acompañe a las buenas prácticas de entrenamiento físico ya mencionadas. Además, un bombero con la formación física adecuada, podrá prevenir lesiones y una posible muerte prematura por problemas cardíacos derivados de su trabajo (Sheaff et al., 2010).

## 9. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluyó que un mayor rendimiento en fuerza del tren inferior puede influir positivamente en el rendimiento de subida de escaleras con equipo específico en bomberos profesionales y éste, a su vez, no presenta una incidencia altamente negativa en el deterioro de las habilidades de fuerza examinadas justo después de la prueba. Esto sugiere que dicha capacidad, y por tanto su desarrollo, podría influir en una mejora del rendimiento para este tipo de prácticas y una garantía para el propio bombero a la hora de poder desarrollar los trabajos derivados de la intervención tras la ascensión de escaleras. Además, la relación que tiene la masa grasa y el contorno de cintura y cadera con este tipo de habilidades parece estar ligada también a su rendimiento, lo que sugiere la importancia de mantener unos parámetros antropométricos saludables para el desarrollo de habilidades de subida de escaleras con peso específico.

Dentro del calendario laboral, y en el plan de la guardia<sup>8</sup>, se recoge un intervalo de tiempo voluntario para la realización de actividad física donde el personal suele desarrollar entrenamientos con objetivos particulares. Tras haber concluido que la fuerza del tren inferior puede garantizar un mayor rendimiento al bombero en el desarrollo de su trabajo para

---

<sup>8</sup> Plan de la guardia. Hace referencia a las actividades oficiales programadas por el SPEIS para las 24 horas de trabajo del personal dentro del parque de bomberos.



escenarios de subida de escaleras con equipo específico, ¿por qué no aplicar un entrenamiento con ejercicios de fuerza dinámica que impliquen cadenas musculares del tren inferior para un mejor desarrollo de su fuerza muscular? Puede llegar a ser interesante ver si la mejora producida alcanza a ser significativa con el desarrollo de un programa de fuerza aplicado tan solo en los días de guardia. Si se dieran mejoras con un entrenamiento cada 5 días, debería existir una correlación significativa en el ejercicio de subida de escaleras como ya se ha concluido en el presente estudio y que haría viable una planificación de entrenamiento para los cargos operativos.

En definitiva, un bombero con unos niveles apropiados de fuerza y con niveles adecuados de grasa corporal posiblemente sea más competente en el desarrollo de un ejercicio de subida de escaleras portando el equipo específico para una intervención tipo de *incendio en vivienda*. Por ende, un mejor rendimiento en los parámetros de fuerza del tren inferior puede garantizar al bombero un mejor desarrollo en su aptitud física, lo que podría ser una garantía para su integridad en intervenciones que supongan subida de escaleras.





## 10. Referencias bibliográficas

- Anup, A., Nahida, P., Islam, R. N., & Kitab, A. (2014). Importance of Anthropometric Characteristics in Athletic Performance from the Perspective of Bangladeshi National Level Athletes' Performance and Body Type. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2(4), 123–127. <https://doi.org/10.12691/ajssm-2-4-1>
- Bean, A. (2005). *Guía completa de la nutrición del deportista*. (Paidrottribo (ed.)).
- BOP. (2021). Bases específicas por las que se regirá el procedimiento selectivo para la provisión de 13 plazas de Cabo de Extinción de Incendios del Ayuntamiento de Sevilla. In 37.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273–282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
- Calavalle, A. R., Sisti, D., Mennelli, G., Andolina, G., Del Sal, M., Rocchi, M. B. L., Benelli, P., & Stocchi, V. (2013). A Simple Method to Analyze Overall Individual Physical Fitness in Firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3). [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2013/03000/A\\_Simple\\_Method\\_to\\_Analyze\\_Overall\\_Individual.29.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2013/03000/A_Simple_Method_to_Analyze_Overall_Individual.29.aspx)
- Carter B.H., J. E. L. & H. (1990). *Somatotyping: development and implications*. Cambridge Studies in Biological Anthropology (Volume 5). (C. U. Press. (ed.); Cambridge).
- Carter, J. (1982). Body composition of Montreal Olympic athletes. *Carter J (Ed.). Physical Structure of Olympic Athletes Part I The Montreal Olympic Games Anthropological Project.*, 107, 16.
- Chamorro, R. G., Ros, P. G., & Lorenzo, A. González, M. (2004). Índice de masa corporal y porcentaje de grasa: un parámetro poco útil para valorar a deportistas. *EFdeportes - Revista Digital*, 72.
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jimenez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1099–1106. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>
- Dennison, K. J., Mullineaux, D. R., Yates, J. W., & Abel, M. G. (2012). The effect of fatigue and training status on firefighter performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1101–1109. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822dd027>



- Faulkner, J. . (1968). Physiology of swimming and diving. *In: Falls, H.S. Ed. Exercise Physiology.*, 417.
- Gerencia de Urbanismo.* (s. f.). Gerencia de Urbanismo - Ayuntamiento de Sevilla.  
Recuperado 13 de junio de 2021, de <https://www.urbanismosevilla.org/>
- González-Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza.* (Inde (ed.)).
- ISAK. (2001). *International Standards fir Anthropometric Assessment.*
- Kanai, M. (2010). *Kanai's Manual of Clinical Laboratory Medicine* (33rd ed.).
- Kleinberg, C. R., Ryan, E. D., Tweedell, A. J., Barnette, T. J., & Wagoner, C. W. (2016). Influence of Lower Extremity Muscle Size and Quality on Stair-Climb Performance in Career Firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1613–1618.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001268>
- Knihs, D. A., de Moura, B. M., & Reis, L. F. (2018). Anthropometric profile of military firefighters: comparison between operational and administrative work groups. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho : Publicacao Oficial Da Associacao Nacional de Medicina Do Trabalho-ANAMT*, 16(1), 19–25.  
<https://doi.org/10.5327/Z1679443520180122>
- Lindberg, A.-S., Oksa, J., Antti, H., & Malm, C. (2015). Multivariate statistical assessment of predictors of firefighters' muscular and aerobic work capacity. *PLoS ONE*, 10(3).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118945>
- Lizana, J. A., Bachero-Mena, B., Calvo-Lluch, A., Sánchez-Moreno, M., Pereira, L. A., Loturco, I., & Pareja-Blanco, F. (2020). Do Faster, Stronger, and More Powerful Athletes Perform Better in Resisted Sprints? *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003719>
- Lohman, T., Roche, A., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standarization Reference Manual.* (Human Kinetics Publishers. (ed.)).
- Marciniak, R. A., Ebersole, K. T., & Cornell, D. J. (2021). Relationships between balance and physical fitness variables in firefighter recruits. *Work (Reading, Mass.)*, 68(3), 667–677.  
10.3233 / WOR-203401
- Montabán, J. (2001). Índice cintura/cadera, obesidad y estimación del riesgo cardiovascular en un centro de salud de Málaga. *Medicina de Familia*, 2(3), 208–221.
- Morris, C. E., Winchester, L. J., Jackson, A. J., Tomes, A. S., Neal, W. A., Wilcoxon, D. M.,



- Chander, H., & Arnett, S. W. (2020). Effect of a simulated tactical occupation task on physiological strain index, stress and inflammation. *International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE*, 26(1), 204–209.  
<https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1482053>
- Muñoz, A., Atanasio, A., & Romero, R. (2019, julio). *Parque Central de Bomberos*. ATANASIO & MUÑOZ ARQUITECTOS. <https://atanasiomunoz.com/parque-central-bomberos-sevilla/>
- Nazari, G., MacDermid, J. C., Sinden, K. E., & Overend, T. J. (2018). The Relationship between Physical Fitness and Simulated Firefighting Task Performance. *Rehabilitation research and practice*, 2018, 3234176. <https://doi.org/10.1155/2018/3234176>
- Pham, V. T., Le, Q. B., Nguyen, D. A., Dang, N. D., Huynh, H. T., & Tran, D. T. (2019). Multi-Sensor Data Fusion in A Real-Time Support System for On-Duty Firefighters. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19(21), 4746.  
<https://doi.org/10.3390/s19214746>
- Rocha, M. S. L. (1975). RPeso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arq. Anat. Antropol.*, 1(445), 51.
- Sheaff, A. K., Bennett, A., Hanson, E. D., Kim, Y.-S., Hsu, J., Shim, J. K., Edwards, S. T., & Hurley, B. F. (2010). Physiological Determinants of the Candidate Physical Ability Test in Firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11).  
[https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/11000/Physiological\\_Determinants\\_of\\_the\\_Candidate.30.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2010/11000/Physiological_Determinants_of_the_Candidate.30.aspx)
- Siddall, A. G., Stevenson, R. D., Turner, P. F., Stokes, K. A., & Bilzon, J. L. (2016). Development of role-related minimum cardiorespiratory fitness standards for firefighters and commanders. *Ergonomics*, 59(10), 1335–1343.  
<https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1135997>
- Skinner, T. L., Kelly, V. G., Boytar, A. N., Peeters, G. G., & Rynne, S. B. (2020). Aviation Rescue Firefighters physical fitness and predictors of task performance. *Journal of science and medicine in sport*, 23(12), 1228–1233.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.05.0133>
- Soteriades, E. S., Hauser, R., Kawachi, I., Christiani, D. C., & Kales, S. N. (2008). Obesity and risk of job disability in male firefighters. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 58(4), 245–250. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqm153>



- Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209–216.  
<https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>
- Windisch, S., Seiberl, W., Schwirtz, A., & Hahn, D. (2017). Relationships between strength and endurance parameters and air depletion rates in professional firefighters. *Scientific Reports*, 7(1), 44590. <https://doi.org/10.1038/srep44590>
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Med Sport Francaise*, 4(441), 5.
- Xu, D., Song, Y., Meng, Y., István, B., & Gu, Y. (2020). Relationship between Firefighter Physical Fitness and Special Ability Performance: Predictive Research Based on Machine Learning Algorithms. *International journal of environmental research and public health*, 17(20), 7689. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207689>
- Zhu, N., Ortiz, M., Renaudin, V., Ichard, C., & Ricou, S. (2020). Dataset of the intermediate competition in challenge MALIN: Indoor-outdoor inertial navigation system data for pedestrian and vehicle with high accuracy references in a context of firefighter scenario. *Data in brief*, 34, 106626. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.10662>



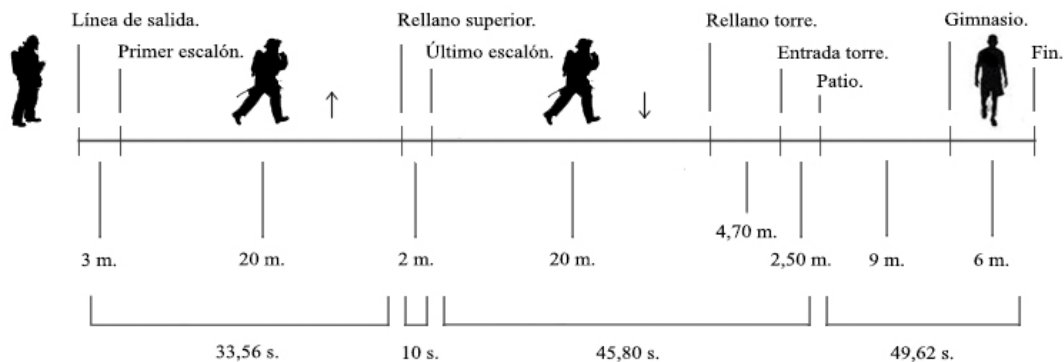
## 11. Anexos

### 11.1 Prueba piloto

Se desarrolló una prueba piloto para estandarizar los tiempos entre cada test junto a los posibles recesos generados en cada etapa. Dicha prueba fue realizada voluntariamente por un bombero. Consistió en subir las escaleras de la torre donde se desarrolló el ejercicio, bajar, deshacerse del específico, recorrer la distancia hasta la zona de test y estar preparado para efectuarlos (figura 9). Se tomó el tiempo con el cronómetro de un iPhone 7 modelo MN8X2QL/A y sistema operativo iOS 14.1.

**Figura 8**

*Representación lineal de acciones, distancias y tiempos empleados durante la prueba piloto*



La zona elegida para efectuar la prueba piloto, y por tanto la misma que se usó para las evaluaciones, consta de una torre de prácticas con zona de acceso de 2,50 m (entrada torre), un primer rellano a nivel del suelo donde a la postre se colocaron las células fotoeléctricas del primer corte, el tramo de escaleras, un rellano superior donde se colocaron las células fotoeléctricas del segundo corte y ya, en la zona inferior, un patio que da acceso al gimnasio donde el bombero se despojó del equipo específico.

El bombero, portando el equipo específico, se colocó a 3 m del primer escalón y al movimiento, se activó el cronómetro. Previamente se le advirtió que la subida no tendría carácter evaluativo, por lo se le dejó libertad en cuanto a la intensidad a emplear en el ejercicio –sí se le indicó que preferiblemente debía ser a máxima velocidad–. Se tomaron los tiempos de todos los tramos



(figura 9). El tiempo que tardó en subir el tramo de escaleras y llegar al rellano fue de 33,56 s. Acto seguido, se dio la vuelta y bajó la escalera en un tiempo de 45,80 s. Se deshizo del equipo específico y recorrió la distancia hasta el gimnasio en un tiempo de 49,62 s (figura 9).

Con la realización de esta prueba piloto se verificó que el tiempo que tarda el bombero en bajar la escalera, desvestirse y llegar a la zona de evaluación fue de aproximadamente 95 s.

