

# Capacitats físiques determinants en les tasques dels Bombers de la Generalitat de Catalunya

Francesc de Paula Cos Morera

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

# CAPACITATS FÍSQUES

DETERMINANTS EN LES  
TASQUES DELS BOMBERS  
DE LA GENERALITAT DE  
CATALUNYA

*Tesi doctoral*

Francesc de Paula  
Cos Morera

Dirigida per:

**Dr. Jordi Porta  
Manceñido**

UNIVERSITAT DE BARCELONA  
**FACULTAT DE FARMÀCIA**

---

**DEPARTAMENT**

**Ciències Fisiològiques Humanes i de la Nutrició**

PROGRAMA DE DOCTORAT

NUTRICIÓ, TECNOLOGIA I HIGIENE DELS ALIMENTS

BIENNI 1994-96

TÍTOL:

**CAPACITATS FÍSQUES DETERMINANTS EN LES TASQUES  
DELS BOMBERS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA**

Memòria presentada per en Francesc de Paula Cos Morera, per optar  
al títol de doctor per la universitat de Barcelona

Dirigida per:

Dr. Jordi Porta Manceñido

Tutor:

Dr. Rafael Codony Salcedo

Autor:

Francesc de Paula Cos Morera

2010

COS, F.  
*Capacitats físiques determinants  
en les tasques dels Bombers de la  
Generalitat de Catalunya*

Universitat de Barcelona, 2010.

Correspondència  
Av. de l'Estadi, s/n  
Anella Olímpica de Montjuïc  
08038 Barcelona  
fcos@gencat.cat

Fotografia coberta: J. M. Masachs

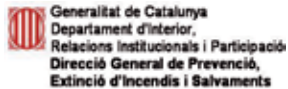
*A tots els bombers que en el desenvolupament  
de la seva carrera professional posaran en risc la  
seva vida per ajudar els altres.*

*A tots els bombers valents que han perdut la vida  
en acte de servei.*



### **Institucions que han promogut la investigació:**

Direcció General de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments  
Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya



Centre d'Alt Rendiment Esportiu (CAR) de Sant Cugat del Vallès







# Agraïments

Als meus pares, Àngel i M<sup>a</sup>. Rosa, per la formació que m'han donat al llarg de tota la vida. — Us estimo i us dono gràcies per tot el que heu fet per a mi i els meus germans— .

A la Rocío, la meva companya, pel seu suport constant. Per la seva actitud en el procés d'aquesta tesi i en la vida.

A les tietes Maria i Griselda, per les vostres oracions al llarg d'una vida i la vostra generositat.

Al doctor Jordi Porta, pels consells i l'ajut en l'elaboració de la tesi i, en general, en tota la meva etapa com a professor. Introducitor del *fitness* al nostre país, que tinc l'honor de considerar el meu mestre i el meu col·lega.

A la doctora Natàlia Balagué, per la seva inestimable ajuda en l'obtenció dels crèdits de doctorat i els seus valorosos consells durant el procés.

A la Direcció General de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments, i especialment al doctor Ramon Prat, coordinador del projecte, per acceptar la meva participació en aquest meravellós projecte en l'elaboració de la meva tesi doctoral.

Al Centre d'Alt Rendiment Esportiu (CAR) de Sant Cugat del Vallès, especialment a en Guillermo Pérez, coordinador de projecte, per acollir-me com a

representant de l'INEFC i poder formar part d'un equip d'investigadors excepcional. A l'amic Jaume Mirallas, per tot el que m'ha ensenyat i per totes les estones compartides valorant bombers. Al company fisiòleg González de Suso, i a tot l'equip d'excel·lents professionals del CAR de Sant Cugat.

A l'Eva Lloret per la seva inestimable ajuda des de l'Escola de bombers.

Als bombers Antonio Valbuena, Manuel Catà i Jordi Tallada, per la seva transcendent aportació en l'anàlisi de les tasques dels Bombers de la Generalitat de Catalunya.

A l'equip de bibliotecaris de l'INEFC de Barcelona per la seva col·laboració en el procés de recerca bibliogràfica. Gràcies Goretti pel seu temps.

Al doctor Lisímaco Vallejo per la seva col·laboració i l'ajut en l'anàlisi estadística.

Al bomber i amic Martí Cabré, per resoldre'm els dubtes tècnics d'aquesta apassionant professió.

Al senyor Josep Maria Masachs, bomber i fotògraf, per la seva generositat en autoritzar-me la reproducció de part del seu magnífic material gràfic en relació amb els Bombers de la Generalitat de Catalunya, per il·lustrar part d'aquesta tesi i fer-la d'alguna manera més entenedora.

A en Josep Comelles, pel seu ajut en l'inici d'aquest procés.

Molt especialment a tots els bombers participants en l'estudi, per la seva generositat i paciència.

A l'INEFC com a institució formadora que m'ha empès d'inici a final en aquest procés de creixement professional. A tots els companys professors.







Dr. Jordi Porta Manceñido, doctor en Filosofia i Ciències de l'Educació per la Universitat de Barcelona.

DECLARA:

Que la tesi doctoral titulada “Capacitats físiques determinants en les tasques dels Bombers de la Generalitat de Catalunya”, presentada per Francesc de Paula Cos Morera, ha estat realitzada sota la seva direcció i reuneix les condicions de qualitat, interès científic i aportació original al tema tractat.

Per això, se n'autoritza la presentació. I perquè així consti, es signa aquest document.

*Barcelona, octubre de 2010*

**Dr. Jordi Porta Manceñido**



# Sumari

*Agraïments*

*Abreviacions* ..... 25

*Glossari* ..... 27

Introducció ..... 31

## **1. ESTAT DE LA QÜESTIÓ** ..... 37

### **Capacitats físiques en els cossos de bombers** ..... 39

#### **1.1. CAPACITATS FÍSQUES I BOMBERS** ..... 41

1.1.1. Conceptualització terminològica ..... 41

1.1.2. Classificació de les capacitats físiques bàsiques ..... 42

#### **1.2. REQUERIMENTS DE RESISTÈNCIA EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS** ..... 44

1.2.1. Definició i classificacions de resistència ..... 44

1.2.2. Resum gràfic de les classificacions de resistència ..... 48

1.2.3. Requeriments de resistència en l'activitat del bomber ..... 48

1.2.3.1. Requeriments de potència aeròbica ..... 48

1.2.3.2. Requeriments de potència anaeròbica ..... 52

1.2.3.3. La composició corporal com a factor limitant del rendiment ..... 52

<b>1.3. REQUERIMENTS DE FORÇA EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS</b> .....	<b>54</b>
1.3.1. Definició i classificacions de força .....	54
1.3.2. Classificació segons el tipus d'acció muscular .....	54
1.3.3. Classificació segons el tipus de tensió muscular .....	56
1.3.4. Classificació segons el tipus de manifestació de força .....	57
1.3.5. Resum gràfic de les classificacions de força .....	61
1.3.6. Requeriments de força en l'activitat del bomber .....	62
<b>1.4. REQUERIMENTS DE FLEXIBILITAT EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS</b> .....	<b>68</b>
1.4.1. Definició i classificació de flexibilitat, elasticitat i amplitud de moviment (ADM) .....	68
1.4.2. Resum gràfic de les classificacions de flexibilitat .....	70
1.4.3. Requeriments d'ADM en l'activitat del bomber .....	70
1.4.3.1. Efectes dels equips de protecció individual (EPI) en l'ADM.....	74
<b>1.5. REQUERIMENTS DE LES CAPACITATS PERCEPTIVOMOTORES I RESULTANTS EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS</b> .....	<b>75</b>
1.5.1. Definició i classificació de coordinació i equilibri .....	75
1.5.2. Definició i conceptualització d'agilitat i habilitat .....	78
1.5.3. Resum gràfic de les classificacions de coordinació .....	79
1.5.4. Requeriments d'equilibri en l'activitat del bomber .....	79
1.5.4.1. Efectes dels EPI en l'equilibri .....	81
<b>Anàlisi de les tasques dels cossos de bombers</b> .....	<b>83</b>
<b>1.6. ANÀLISI DE LES TASQUES DELS BOMBERS I CARACTERÍSTIQUES DE LES DEMANDES FÍSQUES</b> .....	<b>85</b>
<b>1.7. ANÀLISI DE LES TASQUES DELS BOMBERS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA</b> .....	<b>89</b>
<b>Objectius</b> .....	<b>94</b>



## 2. METODOLOGIA 97

### Valoració de les capacitats físiques determinants en les tasques dels bombers de la Generalitat de Catalunya a partir de tests fisicotècnics 99

<b>2.1. Disseny</b>	<b>101</b>
<b>2.2. Subjectes</b>	<b>101</b>
2.2.1. DETERMINACIÓ DE LA MOSTRA	101
<b>2.3. Material</b>	<b>104</b>
<b>2.4. Procediments experimentals</b>	<b>107</b>
<b>2.4.1. TESTS DE SELECCIÓ</b>	<b>107</b>
2.4.1.1. Circuit d'agilitat	107
2.4.1.2. Cursa de llançadora	109
<b>2.4.2. TESTS FISICOTÈCNICS</b>	<b>110</b>
2.4.2.1. Colpejar amb un mall	111
2.4.2.2. Pujar i baixar una autoescala	112
2.4.2.3. Pujar i baixar 4 pisos d'una torreta	114
2.4.2.4. Arrossegat una mànega	118
2.4.2.5. Circuit fisicotècnic d'agilitat	120
2.4.2.6. Transportar, pujar i baixar una escala extensible	125
2.4.2.7. Marxa de llançadora amb motxilla forestal	128
2.4.2.8. Treball amb eines pesants (equip d'excavació)	130
<b>2.4.3. TEST DE LABORATORI</b>	<b>132</b>
2.4.3.1. Prova d'esforç amb cinta ergomètrica	132
2.4.3.2. Valoració de la composició corporal	132
<b>2.4.4. TEST DE CAMP</b>	<b>133</b>
2.4.4.1. Prova de pressió sobre banc	133
<b>2.4.5. TRACTAMENT ESTADÍSTIC</b>	<b>135</b>
2.4.5.1. Estadística descriptiva	135
2.4.5.2. Relacions i modelització estadística	136

## 3. RESULTATS 139

<b>3.1. Resultats de la mostra 1 (n=47)</b>	<b>145</b>
3.1.1. ANÀLISI DE RESULTATS DE LA MOSTRA 1 (n=47)	145

3.1.2. RELACIONS ENTRE LES VARIABLES DE LA MOSTRA 1 (n=47) .....	147
<b>3.2. Resultats de la mostra 2 (n=21) .....</b>	<b>152</b>
3.2.1. ANÀLISI DE RESULTATS DE LA MOSTRA 2 (n=21) .....	152
3.2.2. VARIABLES DE LA CONDICIÓN FISCOTÈCNICA .....	157
3.2.2.1. Escala extensible (transportar pujar i baixar una escala extensible) .....	158
3.2.2.2. Mall (colpejar amb un mall) .....	161
3.2.2.3. Arrossegar mànega (arrossegar una mànega) .....	164
3.2.2.4. Autoescala (pujar i baixar una autoescala) .....	167
3.2.2.5. Torreta (pujar i baixar 4 pisos d'una torreta) .....	170
3.2.2.6. Tècnic-agilitat (circuit fisicotècnic d'agilitat) .....	173
3.2.2.7. Excarceració (treball amb eines pesants: equip d'excarceració) .....	176
3.2.2.8. Motxilla (marxa de llançadora amb motxilla forestal) ..	179
3.2.3. VARIABLES DE CONDICIÓN FÍSICA DEL TEST DE LABORATORI DE LA MOSTRA (n=21) .....	182
3.2.3.1. Cinta rodant .....	182
3.2.4. VARIABLES DE CONDICIÓN FÍSICA DEL TEST DE CAMP DE LA MOSTRA 2 (n=21) .....	186
3.2.4.1. Pressió sobre banc .....	186
3.2.4.2. Circuit d'agilitat .....	191
3.2.4.3. Cursa de llançadora .....	193
3.2.5. CLASSIFICACIÓ EN BASE A L'EXIGÈNCIA METABÒLICA DELS TESTS FISCOTÈCNICS DE LA MOSTRA 2 (n=21) .....	197
3.2.5.1. Relacions .....	201
<b>3.3. Comparació entre la mostra 1 (n=47) i la mostra 2 (n=21) .....</b>	<b>214</b>
<b>4. DISCUSSIÓ .....</b>	<b>229</b>
<b>5. CONCLUSIONS .....</b>	<b>241</b>
<b>6. REPTES DE FUTUR .....</b>	<b>247</b>
<b>7. REFERÈNCIES .....</b>	<b>251</b>
<b>8. ANNEXOS .....</b>	<b>273</b>

## ÍNDEX DE FIGURES

### 1. INTRODUCCIÓ

Figura 1.1.	<i>Classificació de les capacitats físiques bàsiques</i>	43
Figura 1.2.	<i>Classificació de la resistència</i>	46
Figura 1.3.	<i>Resum gràfic de les classificacions de resistència</i>	48
Figura 1.4.	<i>Bombers treballant amb els EPI i ERA</i>	49
Figura 1.5.	<i>Classificació de la força segons l'acció muscular</i>	55
Figura 1.6.	<i>Bomber portallança treballant</i>	55
Figura 1.7.	<i>Classificació de la força segons les manifestacions</i>	58
Figura 1.8.	<i>Exemplificació de la necessitat de la força relativa</i>	59
Figura 1.9.	<i>Classificació de la resistència a la força</i>	60
Figura 1.10.	<i>Resum gràfic de les classificacions de força</i>	61
Figura 1.11.	<i>Bombers en accions d'alta demanda d'espatlles i esquena</i>	62
Figura 1.12.	<i>Exemples de tasques que requereixen força</i>	64
Figura 1.13.	<i>Resum de les classificacions de flexibilitat</i>	70
Figura 1.14.	<i>Estiraments d'un grup de bombers de la Generalitat</i>	72
Figura 1.15.	<i>Part dels EPI</i>	74
Figura 1.16.	<i>Model conceptual que relaciona individu, entorn i tasca</i>	78
Figura 1.17.	<i>Resum gràfic de les classificacions de coordinació motriu</i>	79
Figura 1.18.	<i>Exemple de tasques d'alta demanda d'equilibri</i>	80
Figura 1.19.	<i>Bombers en tasques de màxima sol·licitació d'equilibri</i>	81

### 2. METODOLOGIA

Figura 2.1.	<i>Disseny de la investigació</i>	104
Figura 2.2.	<i>Un bomber durant la prova d'agilitat</i>	108
Figura 2.3.	<i>Imatges del circuit d'agilitat</i>	109
Figura 2.4.	<i>Bombers durant la prova de cursa de llançadora</i>	110
Figura 2.5.	<i>Bomber durant la prova de colpejar amb un mall</i>	112
Figura 2.6.	<i>Seqüència d'imatges de la prova fisicotècnica de l'autoescala</i>	114
Figura 2.7.	<i>Seqüència d'imatges de la prova fisicotècnica de la torreta</i>	117
Figura 2.8.	<i>Imatges de la prova fisicotècnica d'arrossegar una mànega</i>	119
Figura 2.9.	<i>Seqüència d'imatges de la prova fisicotècnica d'agilitat</i>	124
Figura 2.10.	<i>Seqüència d'imatges de la prova fisicotècnica de l'escala extensible</i>	127
Figura 2.11.	<i>Imatges de la prova fisicotècnica de la marxa de llançadora amb motxilla</i>	129
Figura 2.12.	<i>Imatges de la prova fisicotècnica d'excarceració</i>	131
Figura 2.13.	<i>Posicions inicial i final de la prova de pressió sobre banc</i>	135

### 3. RESULTATS

<b>Figura 3.1.</b>	<i>Relació entre l'edat (anys) i l'IMC (<math>\text{Kg}\cdot\text{m}^{-2}</math>) de la n=47</i>	148
<b>Figura 3.2.</b>	<i>Relació entre l'agilitat en temps (s) versus la cursa llançadora en temps (s)</i>	152
<b>Figura 3.3.</b>	<i>Distribució de la variable pes (kg) per al grup n=21</i>	154
<b>Figura 3.4.</b>	<i>Distribució de la variable talla (m) per al grup n= 21</i>	154
<b>Figura 3.5.</b>	<i>Distribució de la variable IMC (<math>\text{Kg}\cdot\text{m}^{-2}</math>) per al grup n=21</i>	155
<b>Figura 3.6.</b>	<i>Distribució de les variables perímetre abdominal i maluc (mm) per al grup n=21</i>	155
<b>Figura 3.7.</b>	<i>Distribució de la variable sumatòria de 6 plecs cutanis (mm) per al grup n=21</i>	156
<b>Figura 3.8.</b>	<i>Distribució de la variable índex cintura per al grup n=21</i>	156
<b>Figura 3.9.</b>	<i>Distribució de les variables percentatge de greix segons les equacions Yuhasz i Faulkner</i>	157
<b>Figura 3.10.</b>	<i>Distribució de les variables escala extensible – FCmax (<math>\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	159
<b>Figura 3.11.</b>	<i>Distribució de les variables escala extensible – <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> indirecte (<math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	160
<b>Figura 3.12.</b>	<i>Distribució de les variables escala extensible – temps parcial (s) per al grup n=21</i>	160
<b>Figura 3.13.</b>	<i>Distribució de les variables escala extensible – lactat al primer minut i al tercer (<math>\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	161
<b>Figura 3.14.</b>	<i>Distribució de les variables mall – núm. de cops per al grup n=21</i>	162
<b>Figura 3.15.</b>	<i>Distribució de les variables mall – temps total (s) per al grup n=21</i>	163
<b>Figura 3.16.</b>	<i>Distribució de les variables mall – <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> indirecte (<math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	163
<b>Figura 3.17.</b>	<i>Distribució de les variables mall – FCmax (<math>\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	164
<b>Figura 3.18.</b>	<i>Distribució de les variables arrossegar mànega – FCmax (<math>\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	165
<b>Figura 3.19.</b>	<i>Distribució de les variables arrossegar mànega – <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> indirecte (<math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	166
<b>Figura 3.20.</b>	<i>Distribució de les variables arrossegar mànega – temps total (s) per al grup n=21</i>	167
<b>Figura 3.21.</b>	<i>Distribució de les variables arrossegar mànega – lactat al primer i al tercer minut (<math>\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	167
<b>Figura 3.22.</b>	<i>Distribució de les variables autoescala – FCmax (<math>\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}</math>) per al grup n=21</i>	168
<b>Figura 3.23.</b>	<i>Distribució de les variables autoescala – <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> indirecte</i>	168

	<i>(ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	169
<b>Figura 3.24.</b>	<i>Distribució de les variables autoescala – lactat al primer minut i al tercer (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	169
<b>Figura 3.25.</b>	<i>Distribució de les variables autoescala – temps parcial i temps total (s) per al grup n=21</i> .....	170
<b>Figura 3.26.</b>	<i>Distribució de les variables torreta – FCmax i mitjana (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	171
<b>Figura 3.27.</b>	<i>Distribució de les variables torreta – VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	172
<b>Figura 3.28.</b>	<i>Distribució de les variables torreta – lactat al primer i al tercer minut (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	172
<b>Figura 3.29.</b>	<i>Distribució de les variables torreta – temps parcial i temps total (s) per al grup n=21</i> .....	173
<b>Figura 3.30.</b>	<i>Distribució de les variables tècnic-agilitat – lactat al primer i al tercer minut (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	174
<b>Figura 3.31.</b>	<i>Distribució de les variables tècnic-agilitat – temps total (s) per al grup n=21</i> .....	175
<b>Figura 3.32.</b>	<i>Distribució de les variables de la tècnic-agilitat – VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	175
<b>Figura 3.33.</b>	<i>Distribució de les variables de la tècnic-agilitat – FCmax i mitjana (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	176
<b>Figura 3.34.</b>	<i>Distribució de les variables de la excarceració – VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	177
<b>Figura 3.35.</b>	<i>Distribució de les variables excarceració – lactat al primer i al tercer minut (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	178
<b>Figura 3.36.</b>	<i>Distribució de les variables de la excarceració – FCmax i mitjana (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	178
<b>Figura 3.37.</b>	<i>Distribució de les variables motxilla – VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	180
<b>Figura 3.38.</b>	<i>Distribució de les variables motxilla – lactat al primer i al tercer minut (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	180
<b>Figura 3.39.</b>	<i>Distribució de les variables motxilla – temps (s) per al grup n=21</i> .....	181
<b>Figura 3.40.</b>	<i>Distribució de les variables motxilla – FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	181
<b>Figura 3.41.</b>	<i>Distribució de les variables cinta rodant – lactat (mmol·L<sup>-1</sup>) al primer minut i al tercer per al grup n=21</i> .....	183
<b>Figura 3.42.</b>	<i>Distribució de les variables cinta rodant – FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	183
<b>Figura 3.43.</b>	<i>Distribució de les variables cinta rodant – VO<sub>2max</sub> directe</i>	

	<i>(ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	184
<b>Figura 3.44.</b>	<i>Distribució de les variables cinta rodant – vmax (km·h<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	184
<b>Figura 3.45.</b>	<i>Distribució de les variables cinta rodant – esglaó (núm.) per al grup n=21</i> .....	185
<b>Figura 3.46.</b>	<i>Distribució de les variables cinta rodant – temps (s) per al grup n=21</i> .....	185
<b>Figura 3.47.</b>	<i>Distribució de les variables pressió sobre banc – temps (s) per al grup n=21</i> .....	188
<b>Figura 3.48.</b>	<i>Distribució de la variable pressió sobre banc – número (reps.) per al grup n=21</i> .....	188
<b>Figura 3.49.</b>	<i>Distribució de les variables pressió sobre banc – temps (reps.) per al grup n=21</i> .....	189
<b>Figura 3.50.</b>	<i>Distribució de les variables pressió sobre banc – FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	189
<b>Figura 3.51.</b>	<i>Distribució de les variables pressió sobre banc – VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	190
<b>Figura 3.52.</b>	<i>Distribució de les variables pressió sobre banc – 1RM Weldon Epley 1985 88, 1RM10 Mayhew 1993 1, per al grup n=21</i> .....	190
<b>Figura 3.53.</b>	<i>Distribució de les variables pressió sobre banc – lactat al primer minut i al tercer (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	191
<b>Figura 3.54.</b>	<i>Distribució de la variable agilitat en perceptil per al grup n=21</i> .....	192
<b>Figura 3.55.</b>	<i>Distribució de les variables agilitat-temps (s) per al grup n=21</i> .....	192
<b>Figura 3.56.</b>	<i>Distribució de les variables agilitat - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	193
<b>Figura 3.57.</b>	<i>Distribució de les variables cursa de llançadora – esglaons (núm.) per al grup n=21</i> .....	194
<b>Figura 3.58.</b>	<i>Distribució de les variables cursa de llançadora – FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	195
<b>Figura 3.59.</b>	<i>Distribució de la variable cursa de llançadora en perceptil per al grup n=21</i> .....	195
<b>Figura 3.60.</b>	<i>Distribució de les variables cursa de llançadora – VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	196
<b>Figura 3.61.</b>	<i>Distribució de les variables cursa de llançadora – vmax (km·h<sup>-1</sup>) per al grup n=21</i> .....	196
<b>Figura 3.62.</b>	<i>Distribució de les variables cursa de llançadora – temps (s) per al grup n=21</i> .....	197
<b>Figura 3.63.</b>	<i>Comparació entre el percentatge de FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) i les variables</i>	

	<i>fisicotècniques per al grup n=21</i> .....	200
<b>Figura 3.64.</b>	<i>Comparació entre el lactat (<math>\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}</math>) per a les variables fisicotècniques i l'obtingut en el laboratori per al grup n=21</i> .....	201
<b>Figura 3.65.</b>	<i>Relació entre <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> (<math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>) obtingut en el laboratori versus <math>v_{\text{max}}</math> (<math>\text{km}\cdot\text{h}^{-1}</math>) per al grup n=21</i> .....	202
<b>Figura 3.66.</b>	<i>Relació entre la <math>v_{\text{max}}</math> (<math>\text{km}\cdot\text{h}^{-1}</math>) obtinguda en el laboratori versus <math>v_{\text{max}}</math> (<math>\text{km}\cdot\text{h}^{-1}</math>) assolida en la cursa llançadora per al grup n=21</i> .....	203
<b>Figura 3.67.</b>	<i>Relació entre la <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> (<math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>) obtingut en el laboratori versus l'IMC (<math>\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}</math>) per al grup n=21</i> .....	206
<b>Figura 3.68.</b>	<i>Relació entre el temps (s) obtingut en l'autoescala versus la torreta per al grup n=21</i> .....	208
<b>Figura 3.69.</b>	<i>Relació entre la <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> (<math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>) obtingut en el laboratori versus percentatge de greix segons Faulkner per al grup n=21</i> .....	210
<b>Figura 3.70.</b>	<i>Relació entre el temps (s) obtingut en l'autoescala versus percentatge de greix segons Faulkner per al grup n=21</i> .....	211
<b>Figura 3.71.</b>	<i>Relació entre el temps (s) obtingut en la torreta versus percentatge de greix segons Faulkner per al grup n=21</i> .....	212
<b>Figura 3.72.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a la variable edat (anys)</i> .....	219
<b>Figura 3.73.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a la variable pes (kg)</i> .....	219
<b>Figura 3.74.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a la variable talla (m)</i> .....	220
<b>Figura 3.75.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a la variable IMC (<math>\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}</math>)</i> .....	221
<b>Figura 3.76.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a la variable agilitat en temps parcial (s)</i> .....	222
<b>Figura 3.77.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables agilitat en temps total (s)</i> .....	222
<b>Figura 3.78.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables agilitat - FCmax (<math>\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}</math>)</i> .....	223
<b>Figura 3.79.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables cursa de llançadora - en temps (s)</i> .....	224
<b>Figura 3.80.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables cursa de llançadora en esglaons (núm.)</i> .....	224
<b>Figura 3.81.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables cursa de llançadora</i> .....	225
<b>Figura 3.82.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables cursa de llançadora - <math>v_{\text{max}}</math> (<math>\text{km}\cdot\text{h}^{-1}</math>)</i> .....	225
<b>Figura 3.83.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables cursa de llançadora - <math>\text{VO}_{2\text{max}}</math> (<math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>)</i> .....	226
<b>Figura 3.84.</b>	<i>Comparació de la n=47 - n=21 per a les variables cursa de llançadora - FCmax (<math>\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}</math>)</i> .....	226

## ÍNDEX DE TAULES

### 1. INTRODUCCIÓ

<b>Taula 1.1.</b>	<i>Resum dels component dels fitness i els seus beneficis</i> .....	44
<b>Taula 1.2.</b>	<i>Classificació de la resistència en funció del temps de treball la intensitat i la via energètica</i> .....	46
<b>Taula 1.3.</b>	<i>Exemplificació del percentatge de capacitat aeròbica o anaeròbica en funció de la durada de l'esforç</i> .....	47
<b>Taula 1.4.</b>	<i>Sumari d'estudis en relació a la potència aeròbica màxima</i> .....	51
<b>Taula 1.5.</b>	<i>Resum dels beneficis que pot aportar l'entrenament de resistència</i> ...	53
<b>Taula 1.6.</b>	<i>Representació de diferents accions que requereixen força</i> .....	65
<b>Taula 1.7.</b>	<i>Resum dels beneficis que pot aportar l'entrenament de força</i> .....	67
<b>Taula 1.8.</b>	<i>Resum dels beneficis que pot aportar l'entrenament de flexibilitat</i> ...	73
<b>Taula 1.9.</b>	<i>Resum d'autors que classifiquen les capacitats coordinatives</i> .....	76
<b>Taula 1.10.</b>	<i>Tasques identificades com d'alta exigència per bombers d'Ontario</i> ...	87
<b>Taula 1.11.</b>	<i>Factors que incrementen l'exigència de les demandes físiques</i> .....	89

### 2. METODOLOGIA

<b>Taula 2.1.</b>	<i>Característiques de la mostra de bombers participants en l'estudi</i> ...	102
-------------------	--	-----

### 3. RESULTATS

<b>Taula 3.1.</b>	<i>Taula de presentació de totes les variables</i> .....	144
<b>Taula 3.2.</b>	<i>Estadístics descriptius de les variables antropomètriques</i> .....	145
<b>Taula 3.3.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable de la prova agilitat</i> .....	145
<b>Taula 3.4.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable cursa de llançadora</i> .....	146
<b>Taula 3.5.</b>	<i>Proves de normalitat per a les variables d'estudi de n=47</i> .....	146
<b>Taula 3.6.</b>	<i>Correlació de Pearson (r) amb sig. bilateral</i> .....	147
<b>Taula 3.7.</b>	<i>Resum del model amb els seus components entre la variable predictora edat (anys) i l'IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</i> .....	147
<b>Taula 3.8.</b>	<i>Coficients de relació entre la variable edat (anys) i l'IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</i> ...	148
<b>Taula 3.9.</b>	<i>Matriu de correlacions (r) entre les variables edat (anys), IMC (kg·m<sup>-2</sup>) i agilitat temps total, parcial, FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) i el percentil per a la n=47</i> .....	149
<b>Taula 3.10.</b>	<i>Matriu de correlacions (r) entre les variables edat (anys), versus cursa llançadora en temps (s), esglaó (núm.), vmax (km·h<sup>-1</sup>), FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) i VO<sub>2max</sub> (m·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per a la n=47</i> .....	150
<b>Taula 3.11.</b>	<i>Matriu de correlacions de Pearson (r) amb sig. bilateral entre agilitat (s) versus cursa llançadora (s) per a la n= 47</i> .....	151



<b>Taula 3.12.</b>	<i>Resum del model entre la variable agilitat en temps (s) versus cursa de llançadora en temps (s) per a la n=47</i> .....	151
<b>Taula 3.13.</b>	<i>Coficient de relació entre les variables cursa de llançadora en temps (s) versus agilitat en temps (s)</i> .....	151
<b>Taula 3.14.</b>	<i>Estadístics descriptius de les variables antropomètriques de la n=21</i>	153
<b>Taula 3.15.</b>	<i>Proves de normalitat de les variables antropomètriques de la n=21</i>	153
<b>Taula 3.16.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable escala extensible de la n=21</i> .....	158
<b>Taula 3.17.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable escala extensible de la n=21</i> .....	159
<b>Taula 3.18.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable mall de la n=21</i> .....	161
<b>Taula 3.19.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable mall de la n=21</i> .....	162
<b>Taula 3.20.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable arrossegar mànega de la n=21</i>	164
<b>Taula 3.21.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable arrossegar mànega de la n=21</i>	165
<b>Taula 3.22.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable autoescala de la n=21</i> .....	167
<b>Taula 3.23.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable autoescala de la n=21</i> .....	168
<b>Taula 3.24.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable torreta de la n=21</i> .....	170
<b>Taula 3.25.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable torreta de la n=21</i> .....	171
<b>Taula 3.26.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable tècnic-agilitat de la n=21</i> .....	173
<b>Taula 3.27.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable tècnic-agilitat de la n=21</i> .....	174
<b>Taula 3.28.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable excarceració de la n=21</i> .....	176
<b>Taula 3.29.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable excarceració de la n=21</i> .....	177
<b>Taula 3.30.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable motxilla de la n=21</i> .....	179
<b>Taula 3.31.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable motxilla de la n=21</i> .....	179
<b>Taula 3.32.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable cinta rodant de la n=21</i> .....	182
<b>Taula 3.33.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable cinta rodant de la n=21</i> .....	182
<b>Taula 3.34.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable pressió sobre banc de la n=21</i> ... 186	186
<b>Taula 3.35.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable pressió sobre banc de la n=21</i> ... 187	187
<b>Taula 3.36.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable agilitat banc de la n=21</i> .....	191
<b>Taula 3.37.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable agilitat banc de la n=21</i> .....	191
<b>Taula 3.38.</b>	<i>Estadístics descriptius de la variable cursa de llançadora de la n=21</i> ... 193	193
<b>Taula 3.39.</b>	<i>Proves de normalitat de la variable cursa de llançadora de la n=21</i>	194
<b>Taula 3.40.</b>	<i>Estadístics descriptius del percentatge de FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) en ordre descendent obtinguda en cada test fisicotècnic versus FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) assolida en cinta rodant per al grup n=21</i> .....	199
<b>Taula 3.41.</b>	<i>Estadístics descriptius de la FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) assolida en cinta rodant per a la n=21</i> .....	199
<b>Taula 3.42.</b>	<i>Estadístics descriptius de la concentració de lactat (mmol·L<sup>-1</sup>) en el primer minut en ordre descendent obtinguda en els test fisicotècnics versus el lactat (mmol·L<sup>-1</sup>) en cinta rodant per a la n=21</i> .....	200
<b>Taula 3.43.</b>	<i>Correlacions de la vmax (km·h<sup>-1</sup>) en la cursa de llançadora versus</i>	

	<i>vmax (km·h<sup>-1</sup>) en cinta rodant per a la n=21</i> .....	203
<b>Taula 3.44.</b>	<i>Resum de regressió per a la cursa de llançadora i cinta rodant</i> .....	204
<b>Taula 3.45.</b>	<i>Resum dels resultats de l'anàlisi de variàncies (ANOVA) entre les variables cinta rodant i cursa de llançadora amb vmax (km·h<sup>-1</sup>)</i> .....	204
<b>Taula 3.46.</b>	<i>Correlacions de l'IMC (kg·m versus cinta rodant VO<sub>2max</sub> directe (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de la n=21</i> .....	205
<b>Taula 3.47.</b>	<i>Resum del model de regressió per a les variables IMC (kg·m<sup>-2</sup>) i cinta rodant VO<sub>2max</sub> directe (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de la n=21</i> .....	205
<b>Taula 3.48.</b>	<i>Coefficients del model de regressió de les variables a l'IMC (kg·m<sup>-2</sup>) i la cinta rodant VO<sub>2max</sub> directe (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de la n=21</i> .....	205
<b>Taula 3.49.</b>	<i>Correlacions entre les variables edat (anys), temps (s) de l'autoescala, la torreta i la cinta rodant de la n=21</i> .....	206
<b>Taula 3.50.</b>	<i>Correlacions entre les variables temps total (s) en l'autoescala versus el temps total (s) en la torreta de la n=21</i> .....	207
<b>Taula 3.51.</b>	<i>Correlacions entre les variables percentatge de greix segons Faulkner i VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de la n=21</i> .....	209
<b>Taula 3.52.</b>	<i>Resum del model de regressió per a les variables percentatge de greix segons Faulkner i VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de la n=21</i> .....	209
<b>Taula 3.53.</b>	<i>Resum dels coeficients per a les variables percentatge de greix segons Faulkner i VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de la n=21</i> .....	209
<b>Taula 3.54.</b>	<i>Matriu de correlacions entre les variables de condició física, test fisicotècnics i la prova de laboratori</i> .....	213
<b>Taula 3.55.</b>	<i>Estadístics descriptius de les variables antropomètriques edat (anys), pes (kg), talla (m) i IMC (kg·m<sup>-2</sup>) per a les dues mostres</i> .....	214
<b>Taula 3.56.</b>	<i>Prova T per a la igualtat de mitjanes per a les variables de condició física agilitat i cursa de llançadora de les dues mostres de bombers</i> ..	215
<b>Taula 3.57.</b>	<i>Estadístics descriptius de les variables de condició física agilitat i cursa de llançadora per a les dues mostres de bombers</i> .....	216
<b>Taula 3.58.</b>	<i>Prova T per a la igualtat de mitjanes de condició física agilitat i cursa de llançadora per a les dues mostres de bombers</i> .....	217
<b>Taula 3.59.</b>	<i>Proves de normalitat per a les variables edat (anys), pes (kg), talla (m) i IMC (kg·m<sup>-2</sup>) per a les dues mostres de bombers</i> .....	218
<b>Taula 3.60.</b>	<i>Proves de normalitat per a la variable d'agilitat per a n=21 i n=47</i> .....	221
<b>Taula 3.61.</b>	<i>Proves de normalitat per a la variable cursa de llançadora per a n=21 i n=47</i> .....	223

#### 4. DISCUSSIÓ

<b>Taula 4.1.</b>	<i>Comparació VO<sub>2max</sub> de 23 estudis internacionals versus estudi de bombers de la Generalitat de Catalunya</i> .....	232
-------------------	--	-----

## Abreviacions

<b>%</b>	<i>percentatge</i>
<b>ABA</b>	<i>autobraç articulat</i>
<b>ABE</b>	<i>autobraç extensible</i>
<b>ACSM</b>	<i>American College of Sports Medicine</i>
<b>ADM</b>	<i>amplitud de moviment</i>
<b>AEA</b>	<i>autoescala automàtica</i>
<b>APA</b>	<i>ajustament postural anticipatori</i>
<b>bat.</b>	<i>batecs</i>
<b>BUP</b>	<i>vehicle del model bomba urbana pesada</i>
<b>CCI</b>	<i>coeficient de correlació intraclasse</i>
<b>CEE</b>	<i>cicle d'estirament- escurçament, en anglès SSC, stretch-shortening-cycle</i>
<b>CFB</b>	<i>capacitats físiques bàsiques</i>
<b>CL</b>	<i>cursa de llançadora</i>
<b>CM</b>	<i>coordinació motriu</i>
<b>cm</b>	<i>centímetres</i>
<b>dif.</b>	<i>diferència</i>
<b>DS</b>	<i>desviació estàndard</i>
<b>E</b>	<i>equilibri</i>
<b>EPI</b>	<i>equip de protecció individual</i>
<b>ERA</b>	<i>equip de respiració autònom</i>
<b>etc.</b>	<i>etcètera</i>
<b>F</b>	<i>força</i>
<b>FC</b>	<i>freqüència cardíaca</i>
<b>FCmax</b>	<i>freqüència cardíaca màxima</i>
<b>fig.</b>	<i>figura</i>
<b>FL</b>	<i>flexibilitat</i>
<b>GL</b>	<i>grau de llibertat</i>
<b>h</b>	<i>hora</i>
<b>IMC</b>	<i>índex de massa corporal</i>
<b>kg</b>	<i>quilogram</i>
<b>km</b>	<i>quilòmetre</i>
<b>L</b>	<i>litre</i>

<b>La</b>	<i>concentració de lactat</i>
<b>lab.</b>	<i>laboratori</i>
<b>lb</b>	<i>lliura</i>
<b>llanç.</b>	<i>llançadora</i>
<b>m</b>	<i>metre</i>
<b>màx.</b>	<i>valor màxim de la variable</i>
<b>mín.</b>	<i>valor mínim de la variable</i>
<b>min</b>	<i>minut</i>
<b>ml</b>	<i>mil·lilitre</i>
<b>mm</b>	<i>mil·límetre</i>
<b>mmol</b>	<i>mil·limol</i>
<b>n</b>	<i>grandària de la mostra</i>
<b>ns</b>	<i>diferència no significativa</i>
<b>núm.</b>	<i>número</i>
<b>O<sub>2</sub></b>	<i>oxigen</i>
<b>PAM</b>	<i>potència aeròbica màxima. Sigla VO<sub>2max</sub></i>
<b>R</b>	<i>resistència</i>
<b>r</b>	<i>coeficient de correlació lineal de Pearson o de correlació interclasse</i>
<b>rep.</b>	<i>repetició</i>
<b>s</b>	<i>segon</i>
<b>SCBA</b>	<i>self-contained breathings apparatus. Equivalent a l'equip de respiració autònom. Vegeu ERA.</i>
<b>sig.</b>	<i>significança</i>
<b>vmax</b>	<i>velocitat màxima</i>
<b>VO<sub>2</sub></b>	<i>consum d'oxigen*</i>
<b>VO<sub>2max</sub></b>	<i>consum màxim d'oxigen*</i>
<b><math>\bar{X}</math></b>	<i>mitjana</i>

*\* Per raons de claredat tipogràfica hem obviat la notació científica convencional en què el volum aspirat/inspirat per unitat de temps ve indicat com a  $\dot{V}$  i els gasos o el temps respiratori en subíndex (per exemple  $\dot{V}O_{2max}$ ).*

# Glossari

**Accés forçat:** accés a una àrea utilitzant la força per desactivar els dispositius de seguretat, generalment amb eines de força, i, en ocasions, eines especialitzades d'accés, com l'ariet.

**Ariet:** giny per abatre portes, finestres o parets, compost d'una biga llarga i pesant reforçada en l'extrem. Hi ha eines específiques amb aquesta finalitat que reben el nom de la marca que les comercialitza.

**Autobraç articulat (ABA):** vehicle automòbil dotat d'un braç articulat amb cistella de salvament, que s'utilitza en incendis urbans i en salvaments.

**Autobraç extensible (AEA):** vehicle automòbil dotat d'un braç telescòpic d'accionament hidràulic amb cistella de salvament, que s'utilitza en incendis urbans i en salvaments.

**Autoescala automàtica (AEA):** vehicle automòbil dotat d'una escala extensible automàtica, que s'utilitza en incendis urbans i en salvaments.

**Capacitat aeròbica:** capacitat de l'organisme per realitzar un exercici dinàmic sostingut que involucri els principals grups musculars, a intensitat moderada o alta, durant períodes de temps perllongats, amb poc esforç, poca fatiga i amb una recuperació ràpida. Depèn en gran mesura de la potència aeròbica màxima.

**Cisalla:** eina que permet tallar metall en fred.

**Equip de respiració autònom (ERA):** equip portàtil d'aire comprimit de protecció respiratòria, de circuit obert, que té una autonomia aproximada d'una hora.

**Equip hidràulic d'excarceració:** equip portàtil de sistema hidràulic que s'utilitza en maniobres d'aixecament, tall, separació i força com ara les operacions de salvament de víctimes atrapades en vehicles accidentats.

**Escala colissa:** vegeu *escala extensible*.

**Escala extensible:** escala construïda per dos o tres trams encaixables que llisquen l'un sobre l'altre i que permeten fer-la més o menys llarga. Sinònim complementari: *escala colissa*.

**Estirar mànegues:** acció d'estendre les mànegues, sense pressuritzar, per un edifici, bosc o qualsevol altre lloc mentre es busca l' incendi que s'ha notificat.

**Excarceració:** acció de treure d'un cotxe o d'un habitatge sinistrat una víctima que hi ha quedat atrapada.

**Inspecció de sostres:** examen minuciós que es produeix en les últimes etapes d'una intervenció, quan els bombers busquen en sostres, golfes o parets, fonts romanents de calor que puguin tornar a encendres.

**Llança:** peça de forma cilíndrica o cònica que, connectada a l'extrem d'una mànega, permet projectar agent extintor.

**Mànega:** tub llarg i flexible utilitzat per a la conducció de fluids o de sòlids pulverulents.

**Orientació sense visibilitat:** accés a recintes plens de fum per a realitzar activitats de recerca i rescat, o fer avançar mànegues.

**Portallança:** bomber que en una operació d'extinció d'incendis maneja una llança.

**Pressuritzar:** condicionar un recipient o un espai tancat per mitjà d'un dispositiu que manté una pressió determinada.

**Pressuritzar mànegues:** aplicar pressió a una mànega durant la preparació final per a ser utilitzada. Aquesta acció es realitza en el mateix escenari de l'incendi, després d'estirar mànegues.

**Potència aeròbica màxima ( $VO_{2\max}$ ):** també anomenat *consum màxim d'oxigen*, és la quantitat màxima d'oxigen ( $O_2$ ) que l'organisme és capaç d'absorbir mitjançant l'aparell respiratori, de transportar als teixits i de metabolitzar per unitat de temps. S'expressa en valor absolut ( $l \cdot \text{min}^{-1}$  o  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$ ) o en valors relatius al pes corporal ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), o en unitats metabòliques o MET ( $1 \text{ MET} = 3,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ).

**Recerca i rescat:** accés a un edifici incendiat o a una zona derruïda per buscar i rescatar víctimes vives.

**Refredament:** neutralització del procés de combustió per disminució de la temperatura del combustible per sota del seu punt d'ignició

**Refredament contigu:** acció durant l'extinció d'un incendi en què les parets externes d'un compartiment es refrigereu, per restringir el foc al compartiment d'origen.





## Introducció

La professió de bomber representa, amb seguretat, un dels oficis de major demanda física del sector públic (Bahrke, 1982; Brownlie et al., 1985; Davis, Dotson, i Santa Maria, 1982; Gledhill i Jamnik, 1992a). Una inusual i significativa alta incidència d'accidents laborals i de morts prematures fan que sigui considerada com una de les professions de risc (Bahrke, 1982; Baris et al., 2001; Barnard, Gardner, i Diaco, 1976; Cady, Bischoff, O'Connell, Thomas, i Allan, 1979; Cady, Thomas, i Kawasky, 1985; Demers, Heyer, i Rosenstock, 1992; IAFF, 1979; Ma, et al., 2005), per la qual cosa, fins i tot, en la retribució econòmica s'estableix un plus de perillositat com a compensació.

No és difícil intuir que l'esforç que ha de realitzar un bomber en situacions puntuals ultrapassa de molt els lliars de manifestació d'una activitat física quotidiana i, fins i tot, de rendiment esportiu. Els sobre-esforços, les postures forçades i la fatiga estan entre les tres primeres causes de risc d'accident d'aquest col·lectiu (Sanz, 2006). Però quan s'han endegat programes per a la millora de la condició física i la prevenció de lesions, la incidència d'accidents laborals ha disminuït i el rendiment davant situacions simulades ha millorat (Adams, et al. 1986; Cady et al., 1985; Cohen, 1998; Czwalia, Sykes, n.d.; Fowler, 1989; Mealey, 1979; Paffenbarger, 1988; Peterson, Dodd, Alvar, Rhea, i Favre, 2008; Puterbaugh i Lawyer, 1983).

Per tal de fer una anàlisi exhaustiva de l'activitat dels bombers que permeti valorar les característiques dels requeriments físics, s'han elaborat

en diferents estudis uns llistats que mostren la relació detallada de les tasques que són pròpies dels bombers: objectes que aixequen, pes dels objectes, posició del cos en les accions, nombre de repeticions, distància a recórrer, duració de la tasca, freqüència de l'acció, etcètera (Barr, Gredson, i Reilly, 2010; Gledhill i Jamnik, 1992a, 1992b). També s'ha estudiat una relació d'aquelles variables que poden incrementar la intensitat de la tasca, com, per exemple, el fet que hi hagi deixalles o mobles en el lloc de l'incendi que impedeixin moure's; entrar i sortir de l'incendi repetidament a l'hivern; utilitzar eines pesades en situacions estranyes, etc.

La dificultat de la generalització de les anàlisis ja fetes i de les bateries de proves aplicades, rau en dos aspectes:

- Els freqüents avenços tecnològics en equipament i les tècniques d'intervenció dificulten la comparació i l'extrapolació dels resultats, i aconsellen una actualització periòdica.
- La geografia marca, en moltes ocasions, el tipus d'intervenció d'aquests professionals. Si bé es cert que hi ha un denominador comú en el treball d'aquest col·lectiu, també hi ha diferències locals que poden ésser significatives. S'ha constatat, per exemple, que són escassos els estudis que fan referència a les demandes en les tasques d'extinció de foc forestal, tasca assumida bàsicament pels Bombers de la Generalitat de Catalunya i que és freqüent en els períodes estivals.

Per tal de conèixer, entre d'altres aspectes, els requeriments físics que comporta la feina dels Bombers de la Generalitat de Catalunya, la Direcció General de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments (Departament d'Interior) i el Centre d'Alt Rendiment Esportiu (CAR) de Sant Cugat del Vallès (Departament de Cultura) van promoure un seguit d'investigacions basades en tests fisiocotècnics, en les quals va participar l'autor d'aquesta tesi. Des que Verduri i Meckins l'any 1973 (Bownas i Heckman, 1976) van constatar que als EUA únicament dues ciutats de les vint-i-dues contactades administraven tests de valoració, han estat moltes les que n'han incorporat; malauradament, però, la gran majoria es basen en les proves clàssiques de valoració de la condició física de caràcter general obviant les característiques tècniques específiques del col·lectiu al qual van dirigides.

Aquesta tesi pretén identificar els requeriments físics de la feina de

bomber de la Generalitat de Catalunya a partir de tests fisicotècnics, i s'ha estructurat de la manera següent:

- Introducció
- Metodologia
- Resultats
- Discussió
- Conclusions

Dins del capítol d'introducció s'inclou l'estat de la qüestió, que es divideix en dos grans apartats. En una primera part es fa una revisió general dels conceptes i les classificacions de les capacitats físiques bàsiques, per acabar dibuixant un mapa general a partir del qual s'han analitzat les capacitats físiques dels bombers. Així mateix, s'ha realitzat una recerca bibliogràfica exhaustiva per determinar l'estat de la qüestió en relació amb les capacitats físiques que requereix la professió de bomber.

En la segona part es fa una anàlisi d'aquelles investigacions que han descrit les tasques que ha de realitzar un bomber atenent els tipus d'intervencions i serveis que realitza. Posteriorment, un grup d'experts del Cos de Bombers de la Generalitat de Catalunya van fer una descripció del tipus d'intervenció a les quals s'han d'enfrontar els bombers, que va permetre dissenyar uns tests fisicotècnics adaptats per valorar les exigències físiques del seu treball.

En el segon capítol queda reflectida la metodologia de l'estudi descriptiu que s'ha portat a terme en aquesta investigació (disseny, subjectes, material, mesures i càlculs estadístics utilitzats). Posteriorment, amb l'epígraf de resultats es mostren els valors estadístics més destacats de cadascuna de les variables analitzades (consum màxim d'oxigen, freqüència cardíaca, concentració de lactat, índex de massa corporal, temps i edat). A continuació s'aborda la discussió en què es confronten els resultats obtinguts amb els de la bibliografia existent, que apareix en l'últim epígraf amb el nom de referències. Finalment s'exposen les conclusions que pretenen donar resposta a les hipòtesis i objectius plantejats inicialment. Així, tant conceptualment com pràcticament, la tesi pretén donar resposta a les preguntes següents:

- Són els requeriments físics dels Bombers de la Generalitat de Catalunya diferents que els de la resta de col·lectius que han estat estudiats?
- Poden els tests fisicotècnics ser una eina adient per valorar l'exigència

de les tasques del bomber?

- Quina variable afecta més la davallada del rendiment en els bombers, l'IMC o l'edat?

Si la salut dels bombers, la seva seguretat i la de la població depenen, doncs, de la capacitat per resoldre cadascuna de les situacions a les quals s'han d'enfrontar, és essencial que les capacitats físiques del bomber s'adeqüin a les demandes reals del seu treball (Davis et al., 1982; Dotson, Santa Maria, Schuartz, i Davis, 1976; Gledhill i Jamnik, 1992a).

Per últim, en l'inici de la meua tesi doctoral va sorgir la possibilitat de participar en el projecte d'investigació que la Direcció General de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments va encarregar al CAR de Sant Cugat del Vallès; sense la generositat del doctor Ramon Prat i del senyor Guillermo Pérez no hagués estat possible formar part de l'equip d'excel·lents investigadors que van participar en aquest projecte. Tres campanyes forestals, set anys de preparador físic a l'Escola de Bombers de Mollet del Vallès i la participació en aquesta projecte, em vincularan per sempre al Cos de Bombers.





# 1. ESTAT DE LA QÜESTIÓ

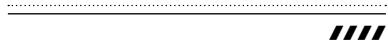
---

*pàg. 37-96*





# Capacitats físiques en els cossos de bombers





## 1.1. CAPACITATS FÍSQUES I BOMBERS

### 1.1.1. Conceptualització terminològica

Sovint els conceptes d'aptitud física, condició física, capacitat física, qualitat física, *fitness*, etc., s'han pres com a sinònims. Malgrat no ser objectiu d'aquesta tesi fer una anàlisi epistemològica, les definicions conceptuals ajudaran a entendre la terminologia i els continguts que s'hi tracten. Abans que res, cal distingir entre els conceptes d'*activitat física* i *exercici físic*; mentre que *activitat física* es refereix a qualsevol moviment produït pels músculs esquelètics que produeixen una despesa energètica, el terme *exercici físic* es refereix a l'activitat física planificada, estructurada i repetitiva, que permet la millora d'alguna de les capacitats físiques relacionades amb el *fitness* (Caspersen, Powel i Christenson, 1985). Així, associem l'activitat física amb uns objectius més immediats, mentre que l'exercici físic queda més associat amb objectius a mitjà i llarg termini.

El concepte *qualitat*, etimològicament del llatí *qualitas -atis*, es refereix a l'inici d'alguna cosa, constituint el que és bàsic o primer (Gran Enciclopèdia Larousse, 1991), i, per tant, queda associat a les propietats innates, a allò que és inherent a cada subjecte (Martínez López, 2002). Per contra *capacitat*, del llatí *capacitas*, i més concretament les *capacitats físiques*, es relaciona amb allò que és modificable, après i millorable per mitjà de l'entrenament i que pot ésser mesurat o valorat. És per aquest motiu que ens referirem a *capacitats físiques* i no pas a *qualitats*, tot i ser conscients que en la bibliografia es tracten gairebé sempre com a formes sinònimes.

En relació amb el concepte de *condició física*, Grosser, Starischa i

Zimmermann (1988), la defineixen com «la suma de totes les qualitats motrius (corporals) importants per al rendiment i la seva realització per mitjà dels atributs de la personalitat (per exemple, la voluntat i la motivació)». Morehouse i Miller (1984), defineixen *aptitud física* com «la relació entre una tasca i la capacitat per executar-la». Segons Martínez López (2002), tant el terme *condició* com el d'*aptitud* estan essent substituïts pel de *condició biològica*, entesa com «el conjunt de qualitats o condicions orgàniques, anatòmiques i fisiològiques, que ha de reunir una persona per poder realitzar esforços físics tant en el treball com en els exercicis musculars o esportius».

En l'àmbit de l'entrenament, quan es parla de condicionament físic, es fa referència al desenvolupament de les diferents capacitats físiques, especialment d'aquelles que tenen una incidència més directa en la millora d'un exercici físic o d'una tècnica determinada.

El *fitness* i, concretament, el concepte de *physical fitness*, més acceptat és el de Clarke (1967), que el defineix com «la capacitat per realitzar un treball físic diari amb vigor i efectivitat, retardant l'aparició de la fatiga, realitzat amb la màxima eficiència mecànica i sense lesions». Així doncs, el *fitness* es relaciona amb intentar assolir una qualitat de vida òptima, contribuint a minimitzar el risc per a desenvolupar problemes de salut (Cos i Sistaré, 2002).

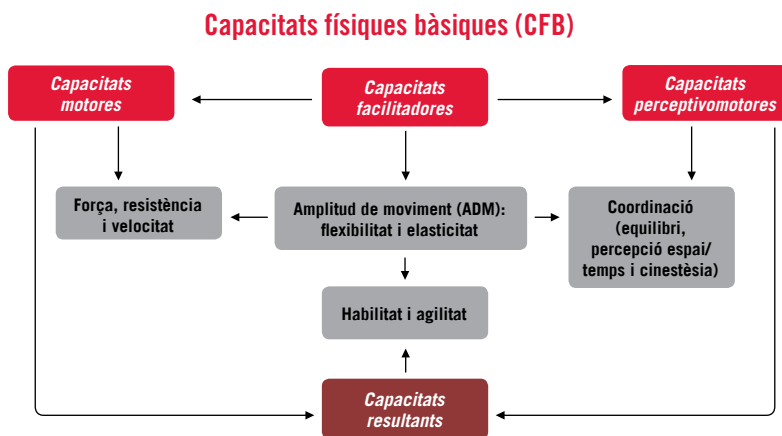
### 1.1.2. **Classificació de les capacitats físiques bàsiques**

Les classificacions en relació amb les capacitats físiques bàsiques (CFB), i en general les classificacions per a cadascuna de les capacitats físiques, són diverses segons els autors. Si un dels objectius d'aquesta tesi és reconèixer les CFB dels bombers, es fa necessari classificar cadascuna de les capacitats físiques; amb aquesta voluntat s'han presentat tant definicions com classificacions acceptades i reconegudes en la bibliografia de referència. En els casos en què no hi ha consens s'han elaborat propostes raonades basades en les opinions més representatives.

Pel que fa a la classificació de les CFB, Gundlach (1968) les classifica en capacitats motrius, aquelles que depenen fonamentalment de processos energètics, i en capacitats coordinatives, aquelles que s'ocupen d'organitzar i regular el moviment. Porta (1988) considera la força, la resistència, la velocitat i la flexibilitat com a capacitats motores, i la coordinació (equilibri, percepció espai/temps) com a capacitats perceptivomotores. De la interacció d'ambdós grups deriven les capacitats resultants com l'habilitat i

l'agilitat. Aquesta classificació de final dels anys 80 va ser consensuada pels professors de les assignatures de Sistemàtica de l'Exercici Físic i Teoria de l'Entrenament Esportiu, dels Instituts Nacionals d'Educació Física (INEF) de Madrid i Barcelona, i avui continua tenint plena vigència i originalitat pel que fa a la classificació de les capacitats resultants.

En relació amb el contingut de cadascuna de les àrees, però, hi ha arguments per excloure la flexibilitat de l'àrea de capacitats motores, ja que no depèn de processos energètics. Malgrat que Weineck (1988) considera la flexibilitat més propera a les capacitats perceptivomotores, ens sembla plenament encertada la visió de Siff i Verkhoshansky (2000), que col·loquen la flexibilitat en el centre d'un model piramidal que descriu els elements motors i funcionals de la condició física, i es justifica pel valor de dependència que la resta de capacitats físiques tenen en relació amb l'amplitud de moviment. En la *figura 1.1* presentem una proposta que modifica la de Porta (1988), que integra la flexibilitat en el centre del model pel seu valor de capacitat facilitadora, tal com suggereixen Siff i Verkhoshansky (2000).



**Figura 1.1.** Classificació de les capacitats físiques bàsiques elaborada i modificada a partir dels models de Porta (1988) i Siff i Verkhoshansky (2000).

Cal tenir en compte que tant en l'execució d'un gest esportiu com en les diverses accions tècniques, també les dels bombers, l'activitat motriu es du a

terme en l'espai i en el temps fruit de la interrelació variable de les diferents capacitats (Zhelyazkov, 2001). El moviment és l'expressió conjunta de les diferents capacitats físiques, la participació de cadascuna de les quals difereix segons l'acció. Cada qualitat està, doncs, vinculada en diferent mesura a la resta de capacitats (Moras, 2002).

D'una forma més genèrica, el concepte actual de *fitness* és el resultat de la suma de diferents components relacionats amb la salut, com la resistència cardiorespiratòria, la força, la resistència muscular, la flexibilitat i la composició corporal (American College of Sports Medicine, ACSM, 2005). En la *taula 1.1* es presenten els components del *fitness* i alguns dels beneficis per a la salut (ACSM, 2005).

COMPONENTS DEL FITNESS	BENEFICIS PER A LA SALUT
<i>Resistència cardiorespiratòria</i>	Reducció del risc de patir malalties cardiovasculars.
<i>Força muscular</i>	Reducció del risc de patir dolors lumbar. Augment de la capacitat funcional. Millora de l'actitud postural. Augment de l'habilitat per realitzar les tasques diàries.
<i>Resistència muscular</i>	Avantatges semblants als de la força muscular.
<i>Flexibilitat</i>	Avantatges semblants als de la força muscular.
<i>Composició corporal</i>	Reducció del risc de patir malalties cardiovasculars. Reducció del risc de patir diabetis. Reducció del risc de patir càncer.

**Taula 1.1.** Resum en relació amb els components del *fitness* i alguns dels beneficis per a la salut segons l'ACSM (2005).

L'objectiu d'aquesta primera part és, en primer lloc, analitzar les tasques més significatives en la feina de bomber i, posteriorment, reconèixer les capacitats físiques que requereixen cadascuna d'aquestes tasques.

## 1.2. REQUERIMENTS DE RESISTÈNCIA EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS

### 1.2.1. Definició i classificacions de resistència

El concepte de resistència (R) contempla esforços de durada molt variables

que poden anar des dels 15 segons fins a més de 6 hores. El denominador comú, però, en qualsevol dels diferents tipus de resistència és *la capacitat psicofísica de resistir a la fatiga davant esforços relativament llargs o la capacitat de recuperar-se ràpidament després dels esforços* (Grosser, Brüggeman i Zintl, 1989).

La resistència, com la resta de capacitats físiques, ha estat classificada de manera diversa segons els autors, però son Holmann i Hettinger (1980) els més referenciats; en funció del criteri d'anàlisi diferencien tres aspectes (*fig. 1.2*):

**a) *R local o general***, en funció del percentatge de musculatura implicada en l'esforç.

En la *R general* queden implicats més d'1/7-1/6 part de la musculatura corporal (les cames ja representen 1/6 part aproximadament); aquest tipus de resistència està limitada fonamentalment pel sistema cardiorespiratori. En la *R local* el percentatge de participació de la musculatura corporal és inferior a 1/7-1/6 part i el factor limitant fonamental és la força especial o específica i la capacitat anaeròbica.

**b) *R aeròbica o anaeròbica***, segons el sistema energètic majoritàriament requerit.

Mentre que en la *R aeròbica*, l'oxigen disponible és suficient per a la combustió dels substrats energètics necessaris per a la contracció muscular, en la *R Anaeròbica*, l'aportació d'oxigen és insuficient.

**c) *R dinàmica o estàtica***, segons la manifestació de la força.

La *R dinàmica* es refereix a accions on la longitud muscular varia durant l'execució d'una tècnica o d'un gest, mentre que en la *R estàtica* l'acció muscular és isomètrica i en conseqüència la longitud externa del múscul no varia. La resistència estàtica pot ser aeròbica o anaeròbica en funció de la intensitat relativa de l'esforç. Tensions musculars per sobre del 30-50% de la màxima es consideren esforços majoritàriament anaeròbics (Holmann i Hettinger 1989, citat per Navarro 1995).

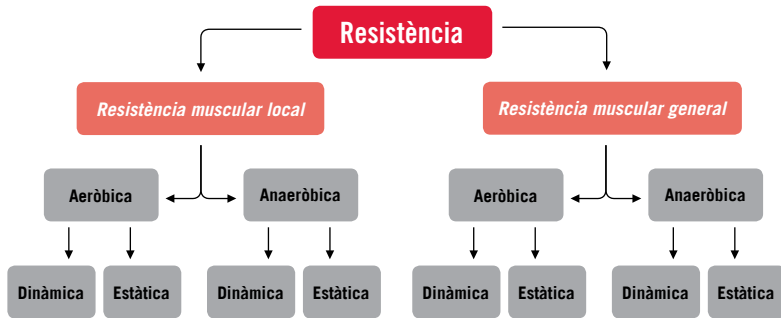


Figura 1.2. Classificació de la resistència (Hollmann i Hettinger, 1980).

Si bé compartim que un dels paràmetres d'observació més significatiu és el que relaciona l'esforç amb les vies d'energia muscular, la classificació de la resistència en funció de la durada de l'esforç també resulta de gran utilitat. Harre (1987), Neuman (1990) i Zintl (1991), entre d'altres, classifiquen els diferents tipus de resistència en funció del temps de l'esforç. Malgrat que totes les classificacions consultades segueixen criteris molt semblants, hem optat per la classificació de Neuman i Zintl en afegir un registre més en la diferenciació dels temps d'esforç. En la *taula 1.2*, es mostra la classificació de Zintl (1991), que relaciona la durada de l'esforç, la intensitat de la càrrega i les vies energètiques que hi participen.

	DURADA CURTA	DURADA MITJANA	DURADA LLARGA	DURADA LLARGA II	DURADA LLARGA III	DURADA LLARGA IV
<b>Durada</b>	35"-120"	2'-10'	10'-35'	35'-90'	90'-6h	> 6h
<b>Intensitat</b>	màx.	màx.	submàxima	submàxima	mitjana	lleugera
<b>FC</b>	185-195	190-200	180	170	160	<140
<b>% VO<sub>2max</sub></b>	100	100-95	95-90	90-80	80-60	60-50
<b>% Aeròbic</b>	20-35	40-60	60-80	90	95	99
<b>Lactat</b>	10-18	12-20	10-14	6-8	4-5	<3
<b>Via energètica</b>	anaeròbica	aer./anaeròb.	aeròbica	aeròbica	aeròbica	aeròbica
<b>Substrat requerit</b>	glucogen fosfats	glucogen muscular	glucogen muscular +hepàtic	glucosa greixos	greixos	greixos proteïnes

Taula 1.2. Classificació de la resistència en funció del temps de treball, la intensitat i la via energètica (adaptat de Zintl, 1991).



És important assenyalar que les classificacions orienten sobre el tipus d'esforç i els seus requeriments, però sovint no es presenten d'una forma pura; així doncs, quan parlem de resistència aeròbica o anaeròbica, per exemple, cal entendre que difícilment es manifesten d'una forma o altra en les activitats que realitza un bomber, sinó que es combinen en diferents percentatges en funció del temps que dura l'activitat i la intensitat de la feina. En la *taula 1.3* es relaciona la transcendència de la via energètica en funció de la tasca específica.

DURADA DE L'ESFORÇ	FINS A 20"	FINS 40"	D'1 A 8 MINUTS	MÉS DE 8 MINUTS
<b>Aeròbic</b>	0-5%	Aprox. 20%	Aprox. 20-80%	Per sobre del 80%
<b>Anaeròbic</b>	90-100%	Aprox. 80%	Aprox. 80-20%	Per sota del 20%
<b>Tasca</b>	Traslladar ràpidament material fins a la zona de foc	Pujar a un 2n o 3r pis per fer un rescat. Traslladar una motobomba fins a la zona d'intervenció.	Pujar a un 4rt pis per fer un rescat. Pujar per l'autoescala	Foc forestal Foc d'indústria

**Taula 1.3.** Exemple de participació de la capacitat aeròbica o anaeròbica en funció de la durada de l'esforç (Keul, Kindermann i Simon, 1978, adaptat per Cos, 2003).

## 1.2.2. Resum gràfic de les classificacions de resistència

A continuació presentem de forma gràfica un resum de les classificacions de resistència que s'utilitzen en aquesta tesi com a referència per fer l'anàlisi de les demandes físiques dels bombers.

### Classificacions de R



Figura 1.3. Resum gràfic de les classificacions de R.

## 1.2.3. Requeriments de resistència en l'activitat del bomber

Les tasques que ha de desenvolupar un bomber es caracteritzen per períodes de treball a baixa intensitat amb pics d'esforç d'intensitat moderada i alta (Bos, Mol, Visser, i Frings-Dresen, 2004; Scott, et al., 1988). Sovint, l'extinció de focs obliga a treballs extenuants per períodes de temps molt variables en condicions ambientals extremes i molt desfavorables (Miranda et al., 2010; Rossi, 2003; Simth, Manning, Petruzzello, 2001; Smith, Petruzzello, Kramer, i Misner, 1997).

### 1.2.3.1. *Requeriments de potència aeròbica*

Diferents investigacions han constatat que un dels factors limitants del rendiment dels bombers és el consum màxim d'oxigen o  $VO_{2max}$  (Bilzon, Scarpello, Smith, Ravenhill, i Rayson, 2001; Davis i Dotson, 1987; Elsner i Kolkhorst, 2008; Holmer i Gahved, 2007; Lemon i Hermiston, 1977a; Misner, Plowman, i Boileau, 1987; O'Connell, Thommas, Cady i Karwasky, 1986; von Heimburg,

Rasmussen, i Medbo, 2006), és a dir, la quantitat màxima d'oxigen que l'organisme és capaç d'absorbir i metabolitzar per unitat de temps.

El rescat de víctimes, pujar escales, o arrossegar mànegues quan es treballa amb tot l'equipament de protecció individual (EPI) i els equips de respiració autònoms (ERA) requereixen entre el 80 i el 100% del  $VO_{2max}$  (Bilzon, et al., 2001; Elsner i Kolkhorst, 2008; Holmer i Gahved, 2007; Kong Beauchamp, Suyama, i Hostler, 2010; Lemon i Hermiston, 1977a; O'Connell et al., 1986; von Heimburg et al., 2006).

Els ERA incrementen les necessitats de consum d' $O_2$  en  $0,54 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  (Austin, Dussault, i Ecobichon, 2001; Loubevaara, Smolander, Tuomi, Korhonen, i Jakola, 1985), de manera que poden reduir la capacitat de rendiment fins a un 20% (Raven, Davis, Shafer, i Linnebur, 1977), atribuïble, no únicament al pes dels equips d'aire, sinó també a la dificultat afegida en el procés d'inspiració-espiració (fig. 1.4). Altres variables com haver de treballar en ambients amb altes temperatures justifiquen les altes necessitats de potència aeròbica màxima (Ducan, Gardner, i Barnard, 1979; Skoldstrom, 1987).



**Figura 1.4.** Treballar amb els equips de respiració autònoma (ERA), i enfront d'altres temperatures, augmenta les necessitats de consumir  $O_2$  (foto Masachs).

Investigacions detallades arriben a diferents conclusions en relació amb el consum mínim d'O<sub>2</sub> que es requereix per rendir amb eficàcia en ambients de gran hostilitat. A continuació esmentem els més representatius:

- O'Connell et al., (1986) consideren que calen 48 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.
- Jacobs (1976), Doolittle (1979), O'Connell et al. (1986), Sparks (1987), Gledhill i Jamnick (1992a) i Sharkey (1999) suggereixen consums de 45 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.
- Davis et al. (1982) de 39,6 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.
- Sothmann, Saupe, i Jasnof (1990) 33,5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.

Aquest darrer resultat de 33,5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> com a valor mínim és controvertit, ja que l'autor va arribar a aquesta conclusió quan 7 bombers, de 32, que es van sotmetre a tests fisicotècnics, no van poder acabar les proves. Els bombers que van abandonar tenien entre 26 i 35 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> i per aquest motiu van determinar que calien almenys 33,5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. Així mateix, Elsner i Kolkhorst (2008) van concloure en les seves investigacions que aquells bombers amb pitjor VO<sub>2max</sub> necessitaven més temps per acabar els tests (11,65 ± 2,21 min.). En relació als incendis forestals es caracteritzen per la seva heterogeneïtat basada en l'orografia, el tipus de combustible, la temperatura, la humitat, el vent i la durada de l'incendi, variables que afecten al personal que treballa en l'extinció i que Sharkey (1999) conclou que calen uns consums de VO<sub>2max</sub> mínims de 45 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, i mitjos de 30 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> que representen entre el 50-60% del VO<sub>2max</sub> (Sharkey 1994, citat per Villa et al, 2007). Segons Gaskill, Ruby, Lanckford i Sharkey (2003) es poden arribar a despeses energètiques de 6.000 kcal·dia.

Barr et al. (2010) resumeixen en la *taula 1.4* els consums d'oxigen de col·lectius de bombers de diferents països. Cal assenyalar que la comparació entre estudis és complexa, ja que tant els tests utilitzats com la metodologia va ser diversa, i fins i tot en alguns estudis no queda especificat com s'han assolit els valors de VO<sub>2max</sub>.

En relació amb l'edat, creiem important recordar que tant estudis longitudinals com transversals indiquen que hi ha una pèrdua d'aproximadament 5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> per dècada a partir dels 30 anys, tant en subjectes entrenats com en desentrenats (Burkirk i Hodgson, 1987; Wilson i Tanaka, 2000), i també en bombers (Kilbom, 1980; Saupe et al., 1991, citat per Barr et al., 2010), la qual cosa podria afectar els bombers de més edat, ja que malgrat que els consums d'oxigen es redueixen, els requeriments físics necessaris per resoldre la feina amb eficàcia es mantenen independentment de l'edat.

AUTOR/ANY	ORIGEN	MO-DSTA	EDAT/FRANJA	VO <sub>2max</sub> /FRANJA	MÈTODE
Davis et al. 1982	EUA	100 homes	33,1 ± 7,6/21-57	39,6 ± 6,42	Prot. Balke en cinta
Soldstrom, 1987	Suècia	8 homes	35 ±4/30-42	49 ± 7/45-54	Prot. Astrand
Faf and Tutak, 1989	Polònia	18 homes	29 ± 7	41,4 ± 8,8	Cicloergòmetre
Gahved and Holmer, 1989	Suècia (bombers voluntaris i professionals)	2 x 12 homes	V. 33 ± 5/P. 34 ± 3	V. 47 ± 7,2/ P.47,5 ± 5,7	
Ilmarinen et al. 1997	Islàndia (instructors i professionals)	8 homes	38 (31-44)	51,6/46-60	No especificat
Smith i Petruzzello, 1998	EUA	10 homes	34,5 ± 5/28-42	48,8 ± 4,7/ 37-53	Estimació d' 1,5 milles corrent
Carter et al. 1999	Canadà	12 homes	31,8 ± 6,7	61 ± 3,9	Cicloergòmetre
Weaver, 1999	Regne Unit (planta petroquímica)	14 homes	28,5 ± 1,8	48,75 ± 4,96	Prot. Bruce en cinta
Budd, 2001	Austràlia (bombers forestals)	28 homes	26/18-45	47/31-63	No especificat
Hooper et al. 2001	Regne Unit	21 homes, 1 dona	35 ± 8/21-54	43,7 ± 6/34,3-57,8	Exercicis de graó
Bilzon et al. 2001	Regne Unit (bombers Royal Navy)	34 hom., 15 dones	26 ± 7/ 26 ± 6	54,6 ± 5/ 43 ± 8,1 d.	Test VO <sub>2max</sub> en cinta
Peate et al. 2002	EUA	96 hom., 5 dones	32 ± 8/20-58	41,8 ± 8	Prot. Bruce en cinta
Clark et al. 2002	EUA	168 homes	33,5 ± 8,6/18-58	44,6 ± 5/31,5-58	Prot. Bruce en cinta
Eglin et al. 2004	Regne Unit (bombers instructors)	13 homes	37,5 ± 3,3	43,1 ± 7,7	Test de graó submàx.
McLellan i Selkirk, 2004	Canada	24 homes	39 ± 0,7	51,2 ± 1	Test VO <sub>2max</sub> en cinta
Eglin et al. 2004	Regne Unit (bombers instructors)	10 homes	38,2 ± 4,8	42,4 ± 7,5	Predicció (Astrand et al. 2003)
Selkirk et al. 2004	EUA	11 homes	31,8 ± 6/24-38	43,4 ± 5,7/ 35-54	Est. d' 1,5 milles corr.
Smith et al. 2005	Canadà	15 homes	41 ± 1	45,7 ± 1,4	Test VO <sub>2max</sub> en cinta
Von Heimburg et al. 2006	Noruega	14 homes	38 ± 9/26-54	53 ± 5/41-63	Test pendent en cinta
Ilmarinen et al. 2004	Finlàndia	12 homes	32,1/26-46	46,9 ± 9,5/ 33,4 -73,3	No especificat
Carter et al. 2007	Regne Unit	10 homes	...33,3 ± 4,2	50,9 ± 7,0	Test VO <sub>2max</sub> en cinta
Barr et al. 2008	Regne Unit (bombers)	12 homes	40,63 ± 7,9/28,2-49,8	43,54 ± 3,92/50,5	Prot. Bruce en cinta
Barr et al. 2009	Regne Unit (bombers)	9 homes	41,92 ± 6,7/ 28,2-54	43,32 ± 5,4/ 33,4-51,13	Prot. Bruce en cinta

Taula. 1.4. Sumari d'estudis en relació amb la potència aeròbica en bombers (Barr et al. 2010)

### 1.2.3.2. *Requeriments de potència anaeròbica*

Diferents estudis conclouen que per poder cobrir l'ampli ventall d'intervencions d'aquest col·lectiu calen alts nivells tant del sistema energètic aeròbic com anaeròbic (Bilzon et al., 2001), i s'especifica la importància de la potència anaeròbica (Lemon i Hermiston, 1977b; Misner et al., 1987; O'Connell et al., 1986).

Durant l'administració de tests de valoració fisicotècnics, s'han observat concentracions de lactat de fins a  $13 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  (Gredhill i Jamnik, 1992b; Holmer i Gavhed, 2007; Lemon i Hermiston, 1977b; Smith, Petruzzello, Kraer, i Misner, 1996; von Heimburg et al., 2006).

El sistema energètic anaeròbic no pot mantenir-se durant llargs períodes de temps; aquells individus amb gran potència aeròbica accediran al metabolisme anaeròbic a percentatges d'intensitat més alts que aquells amb nivells de consum d'oxigen més baixos. Així doncs, durant les tasques que requereixen alta intensitat, aquells bombers amb nivells alts de  $\text{VO}_{2\text{max}}$  obtindran un percentatge més alt de la seva energia del metabolisme aeròbic, la qual cosa permetrà rendir més estona i recuperar-se millor entre esforços (Barr et al., 2010).

### 1.2.3.3. *La composició corporal com a factor limitant*

Un aspecte important que cal considerar és el sobrepès i l'obesitat, ja que té incidència no només en la salut del bomber (Fahs et al., 2003; Faria, Faria 1991), sinó en el seu rendiment (Dotson et al., 1976; Gadesam et al., 2010). Quan s'han simulat tasques pròpies del seu treball que requereixen diferents nivells d'habilitat, l'excés de component adipós ha repercutit negativament (Davis et al., 1982).

L'EPI és pesat i gruixut i està format per múltiples capes que dificulten l'evaporació de la suor i, per tant, la pèrdua de temperatura corporal. En aquest sentit, l'excés de greix agreuja la possibilitat de dissipar la calor, i augmenta l'estrès fisiològic quan el bomber treballa en ambients de temperatures altes (Cheung, McLellan, i Tenaglia, 2000; Nunneley, 1989). Així doncs, la combinació d'un exercici intens, l'EPI, altes temperatures i sobrepès poden afectar els sistemes de termoregulació i repercutir en la capacitat de treball del bomber i portar-lo a l'extenuació (Hancock i Vasmatzidis, 2003; Skoldstrom, 1987).

La relació entre l'excés de greix i el risc de patir patologies cardiovasculars ha estat àmpliament estudiat (Brodie, 1988). Aquesta relació augmenta la possibilitat de mort prematura, responsable d'un alt nombre de morts en els cossos de bombers d'arreu (Bernard, Gardner, i Diaco, 1976; Kales,

Soteriades, Christoudias, Christiani, 2003). Val a dir que no només és rellevant el total de teixit adipós subcutani, sinó el patró de distribució corporal. Un alt percentatge de greix en la regió abdominal es relaciona amb un índex més alt tant de mortalitat com de morbiditat (Gledhill, 1990).

L'excés de teixit adipós també perjudica el  $VO_{2max}$  relatiu, ja que el greix sobrant actua com un last que l'organisme ha d'esforçar-se a mobilitzar. Davis i Starck (1980) conclouen que una composició corporal adequada més enllà dels 40 anys pot millorar el rendiment del bomber fins a un 30%.

Cos (2003) suggereix tres objectius que hauria de cobrir l'entrenament de resistència del bomber i resumeix els beneficis que pot aportar l'entrenament de resistència (*taula 1.5*).

- Mantenir la intensitat adequada durant el temps necessari per desenvolupar una tasca amb eficiència.
- Millorar la capacitat de resistir a la fatiga davant de situacions exigents.
- Recuperar-se ràpidament entre les fases d'esforç.

BENEFICIS SEGONS AL SISTEMA		
sistema cardiovascular i respiratori	metabolisme	sistema osteomuscular i sistema cognitiu
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contribueix en la prevenció de cardiopaties.</li> <li>● Millora l'estat del sistema cardiovascular, afavorint el desenvolupament de la circulació col·lateral.</li> <li>● Per a qualsevol esforç disminueix els valors de freqüència cardíaca.</li> <li>● Augmenta tant el nombre com la densitat dels capil·lars sanguinis.</li> <li>● Augmenta el to i la resistència dels músculs respiratoris.</li> <li>● Contribueix en el control de la pressió arterial.</li> <li>● Disminueix el risc de mort sobtada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Redueix el colesterol de baixa densitat i els altres greixos sanguinis.</li> <li>● Millora els nivells de colesterol d'alta densitat.</li> <li>● Contribueix a reduir el greix corporal.</li> <li>● Millora el metabolisme de la glucosa.</li> <li>● Millora el metabolisme muscular en general.</li> <li>● Contribueix a reduir la pressió arterial.</li> <li>● Facilita i millora el trànsit intestinal.</li> <li>● Enlenteix el procés d'envelliment i manté en millors condicions els diferents sistemes orgànics.</li> <li>● Contribueix al control del pes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Millora la capacitat a resistir esforços de la musculatura implicada.</li> <li>● Contribueix a incrementar el contingut de calç als ossos.</li> <li>● Redueix el risc de patir fractures associades.</li> <li>● Millora i manté en bones condicions les funcions de lligaments, músculs tendons i articulacions.</li> <li>● Redueix l'estrès.</li> <li>● Millora el benestar psíquic.</li> <li>● Redueix la tensió emocional i l'ansietat.</li> <li>● Millora l'aparença física.</li> </ul>

Figura 1.5. Resum dels beneficis que pot aportar l'entrenament de resistència (Cos, 2003).

## 1.3. REQUERIMENTS DE FORÇA EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS

### 1.3.1. Definició i classificació de la força

La força és, des del punt de vista de la física, tota causa capaç de modificar l'estat de repòs o de moviment d'un cos. Com tota magnitud vectorial, té una intensitat, una direcció i un sentit, i ve formulada per la segona llei de Newton:  $F = M \cdot A$ ; com ja hem comentat, la unitat fonamental és el newton, equivalent a la força que es necessita per accelerar 1 m/s una massa d'1 kg en 1s; també se sol utilitzar el quilopond, que equival a 9,81 N.

Des del punt de vista del moviment humà, i centrant-nos en l'acció muscular, la força (F) és «la capacitat d'un múscul o conjunt de músculs de generar tensió intramuscular sota condicions específiques» (Siff i Verkhoshansky, 1996). Des d'un punt de vista neurofisiològic no són correctes aquelles definicions que parlen de la F com la capacitat de vèncer una resistència, ja que aquesta és només una possibilitat de tipus de treball muscular. És justament en aquelles accions on no es pot vèncer una resistència, on es poden crear tensions musculars més elevades. Grosser i Müller (1989) donen una definició que contempla totes les accions musculars possibles: «capacitat del sistema neuromuscular de superar resistències per mitjà de l'activitat muscular (treball concèntric), d'actuar en contra (treball excèntric) o be de mantenir-les (treball isomètric)».

La F pot ser classificada segons diferents criteris, a continuació presentem diferents classificacions segons el criteri d'anàlisi.

### 1.3.2. Classificació segons el tipus d'acció muscular

Aquesta classificació fa referència a les variacions de longitud externa que experimenta el múscul en les seves múltiples possibilitats de treball, relacionant la magnitud de la tensió amb la resistència externa a la qual es veu sotmès el múscul (Zatsiorsky, 1989). Així, en resulten *accions isomètriques o estàtiques, dinàmiques o anisomètriques* (concèntriques o excèntriques), i lògicament la combinació de totes elles (*fig. 1.5*).





**Figura 1.5.** Classificació de la F segons l'acció muscular (Zatsiorsky, 1989).

La tensió **isomètrica o estàtica** defineix aquelles accions musculars en què no varia la longitud externa del múscul, és a dir, la distància entre els punts d'origen i inserció ("iso"= igual, "mètrica"= mesura). La tensió que genera el múscul és igual a la resistència externa. Aquest tipus de treball és força comú en diferents accions tècniques d'extinció de foc (*fig. 1.6*).



**Figura 1.6.** Un bomber portallança és assistit per un company, tots dos mantenen tensions isomètriques de durada variable (foto Stella, 1987).

Les tensions **dinàmiques o anisomètriques** es refereixen a aquelles accions musculars en les quals hi ha una variació de la longitud externa del múscul. Es divideixen en concèntriques i excèntriques.

En les **accions dinàmiques concèntriques** la longitud total externa del múscul disminueix, és a dir que, la tensió que genera el múscul és major que la resistència externa a vèncer. En les **tensions dinàmiques excèntriques** la longitud total externa del múscul augmenta, essent la tensió del múscul menor que la resistència externa. De fet, tant en les activitats de la vida quotidiana com en el desenvolupament de les tasques dels bombers es barregen els diferents tipus d'accions musculars.

Val a dir que quan parlem d'accions excèntriques o pliomètriques no ens referim a la pliomètria convencional entesa com el cicle d'estirament-escurçament (CEE; en anglès, stretch-shortening-cycle (SSC), sinó que ens referim únicament al treball de frenada (Tous, 1999).

### 1.3.3. **Classificació segons el tipus de tensió muscular**

González Badillo i Gorostiaga (1995), adaptant la terminologia de la reconeguda classificació de Verkhoshansky (1986), sintetitzen els tipus de tensió muscular en tònica, tonicoexplosiva, elásticoexplosiva i elásticoexplosivoreactiva o reflexa. Tous (1999), en una obra que fa una revisió exhaustiva d'autors en relació amb la força, afegeix a la classificació anterior les tensions fàsiques, fasciotòniques, veloç cíclica i veloç acíclica. Al nostre entendre, malgrat que les tensions fàsiques i fasciotòniques sí que es poden entendre com incloses en la primera classificació presentada per González Badillo i Gorostiaga, la veloç cíclica i acíclica aporten elements diferenciadors i matisos que ens permeten afegir-les dins de la classificació de tensions musculars. A continuació definim breument les diferents tensions musculars.

**Tensió tònica:** es produeix quan s'ha de vèncer una gran resistència ja sigui estàtica o dinàmica. La magnitud de la força és propera al màxim i per això la velocitat d'execució és lenta o fins i tot nulla.

**Tensió tonicoexplosiva:** es produeix quan s'ha de vèncer una resistència significativa però menor que l'anterior, que obliga a una acció isomètrica inicial que passarà a ser dinàmica concèntrica. La magnitud de la força sol trobar-se aproximadament entre el 50% i el 80% de la capacitat del subjecte.

**Tensió elásticoexplosiva:** es produeix quan cal vèncer una resistència relativament petita i l'acció concèntrica ve precedida d'un estirament previ. La resistència a superar és inferior al 50% de la capacitat del subjecte.

**Tensió elásticoexplosivoreactiva o reflexa:** de característiques semblants

a l'anterior, es diferencia per un estirament previ molt intens que maximitza el reflex d'estirament passant ràpidament de la fase dinàmica excèntrica a la concèntrica.

**Tensió veloç acíclica:** es produeix quan el múscul, que s'activa en una sola tensió, ha de vèncer una resistència molt petita. González Badillo i Gorostiaga (1995) la consideren una variant de la tensió explosiva però amb càrregues més lleugeres, motiu pel qual nosaltres la considerem a banda.

**Veloç cíclica:** semblant a l'anterior però les accions musculars es repeteixen de forma cíclica (Tous, 1999).

#### 1.3.4. **Classificació segons la manifestació de força**

Malgrat que també hi ha diversitat de criteris en els tipus de manifestacions de força, ens basarem en el precepte que la força gira en relació amb dos conceptes bàsics: la força màxima i l'explosiva o ràpida, és a dir la força que hom és capaç de manifestar i la seva relació amb el temps necessari per manifestar-la (González Badillo i Gorostiaga, 1995).

Tal com hem comentat amb la resistència, és difícil que la força es manifesti d'una forma pura i, per tant, variarà en funció del moviment. Tot i que la nostra voluntat és presentar una classificació rigorosa, som conscients que les manifestacions explosives, determinants en el món de l'esport, no ho seran d'igual manera en la feina del bomber. En qualsevol cas, aquesta és una anàlisi que queda resolta el l'apartat 3.2 *Requeriments de F en l'activitat del bomber*.

Tous (1999) presenta una proposta fruit de l'anàlisi d'altres autors (Vittori 1990, González Badillo i Gorostiaga 1995, Verkhoshansky 1996), que suma totes les manifestacions de F possibles, i que al nostre entendre esdevé la més completa. De tota manera, presentem una proposta modificada en un doble sentit, per un costat acostant la nomenclatura a la classificació de les accions musculars feta anteriorment, i per un altre incloent les manifestacions reactives dins de les anisomètriques, ja que tot i que ens sembla molt interessant la diferenciació entre les accions musculars de cicle simple d'estirament i cicle doble, totes dues es refereixen a accions musculars en les quals hi ha una variació de la longitud externa del múscul i això obliga a incloure-les dins de les anisomètriques o dinàmiques (*fig. 1.7*).

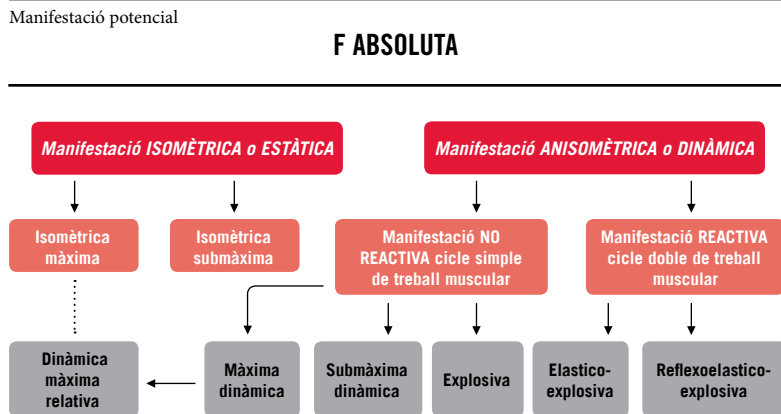
A continuació passem a definir breument cadascuna de les manifestacions de força.

La **F absoluta** és considerada una capacitat potencial en l'individu, ja que no es manifesta de forma voluntària, sinó en situacions d'extrema motivació o amb l'ajut de fàrmacs.

La manifestació **isomètrica màxima** té lloc en accions musculars voluntàries màximes contra resistències insalvables; en la **isomètrica submàxima** el subjecte realitza una acció submàxima contra una resistència que no es mobilitzarà.

Mentre que la **F dinàmica màxima** es manifesta en aquelles accions musculars en què es mobilitza la major càrrega possible en un sol moviment, sense que el factor temps sigui considerat, la **F dinàmica màxima relativa** equival al valor màxim de F que es pot aplicar en cada percentatge de la F dinàmica màxima o isomètrica màxima.

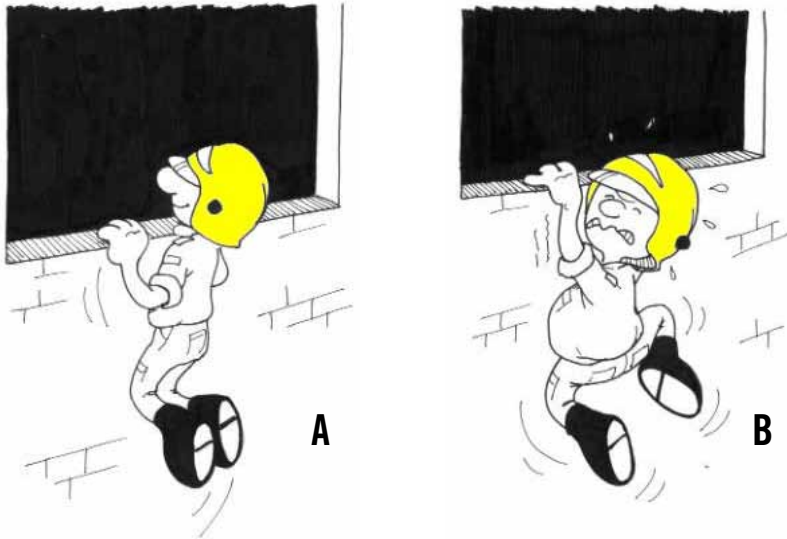
### Manifestacions de força



**Figura 1.7.** Esquema de la classificació de les manifestacions de F elaborat i modificat a partir de les propostes de Badillo i Gorostiaga (1995) i Tous (1999).

Sense considerar-la pròpiament com una manifestació, és important considerar el concepte de **F relativa**, és a dir, el quocient entre la força màxima i el pes de l'individu (fig. 1.8), ja que més enllà del valor de F màxima que es pugui tenir, per un bomber, en situacions puntuals, pot ser clau afrontar

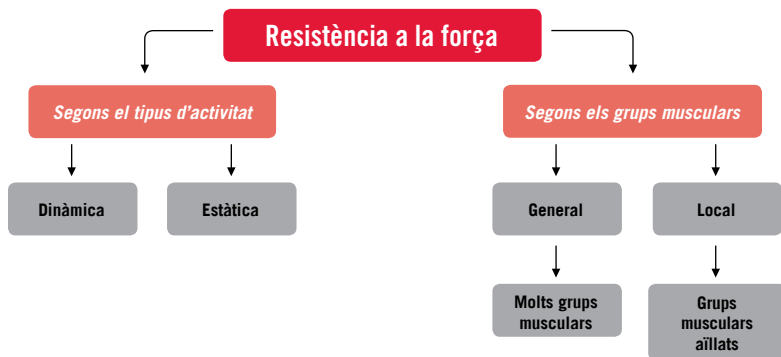
amb facilitat totes aquelles accions en què cal aguantar o mobilitzar el propi pes corporal, com per exemple pujar un arbre, quedar-se penjats d'una escala, entrar per una finestra, etc. (Cos, 2003).



**Figura 1.8.** Exemples de la necessitat d'una  $F$  relativa  $>1$ , per resoldre amb comoditat situacions en què cal mobilitzar el pes del propi cos. El bomber A té una força de 85 kg i un pes corporal de 75 kg. El bomber B té una força de 90 kg i un pes de 105 kg; tot i que el bomber A té menys força màxima que B, el quocient entre la força màxima i el pes corporal li és favorable (Cos, 2003; dibuix Ana Duran).

La **F explosiva** es caracteritza per la capacitat de desenvolupar la màxima tensió possible en el menor temps possible gràcies al reclutament i la sincronització instantània del màxim nombre d'unitats motores. En la manifestació **elasticoexplosiva** es tracta d'accions musculars amb CEE, i per tant als mateixos factors de la  $F$  explosiva se suma l'efecte de l'estirament previ; en l'esport serien els *counter movements jumps*, (CMJ), com per exemple un tir amb suspensió en bàsquet o un bloqueig en voleibol (Tous, 1999). Finalment en la **reflexoelasticoexplosiva** se suma un efecte major del reflex miotàtic a causa d'un CEE molt més ràpid i amb una fase de transició més curta; un exemple n'és el *drop jump*, (DJ).

En relació amb les manifestacions de F no es considera com a tal la força-resistència, ja que no es tracta d'una manifestació de tensió muscular diferent sinó de la capacitat de perllongar en el temps de forma eficient qual-sevol de les manifestacions de F ja definides (González Badillo i Gorostiaga, 1995). Verkhoshansky (1986) considera la **resistència a la força** com una derivació específica de la F en tasques que requereixin tensions musculars relativament perllongades en el temps sense que disminueixi l'efectivitat de la manifestació de F requerida (fig.1.9).

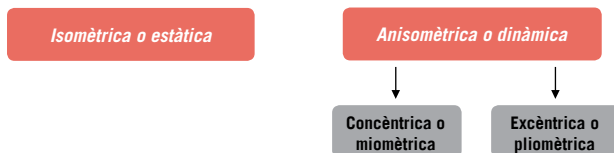


**Figura 1.9.** Classificació de la resistència a la força segons Verkhoshansky (1986).

### 1.3.5. Resum gràfic de les classificacions de força

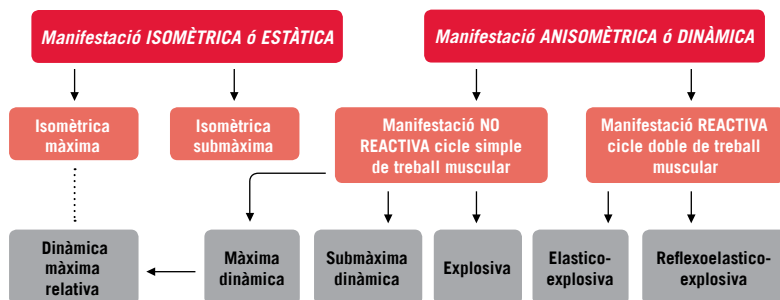
#### Manifestacions de força

Segons l'acció muscular (Zatsiorsky, 1989)



Segons la manifestació de F (elaborat i modificat a partir de Gonzales Badillo i Gorostiaga, 1995 i Tous, 1999)

#### F ABSOLUTA



Resistència a la força (Verkhoshansky,1986)

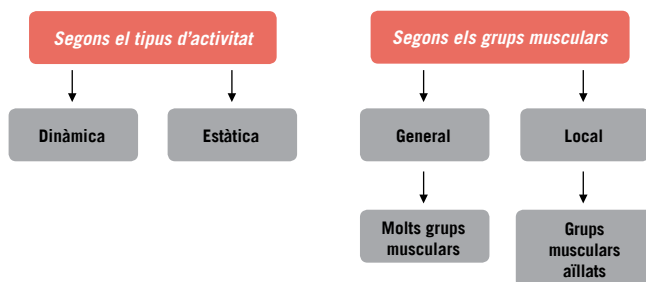


Figura 1.10. Resum gràfic de les classificacions de F presentades en els apartats anteriors.

### 1.3.6. Requeriments de força en l'activitat del bomber

En l'anàlisi de les diferents tasques del bomber s'observen alts requeriments de força (Doolittle, 1979; Gledhill, i Jamnik, 1992a; Lemon, i Hermiston, 1979b; Michaelides, Parpa, Thomson, i Brown, 2008), tant a nivell de tren inferior com superior (Cady et al., 1979; Lusa, Louhevaara, i Kinnunen, 1994), de manera que són molt elevades les demandes a nivell d'espatlles i esquena (Tönnes, Behm, i Kilbom, 1982; Tönnes, Hägg, Finn, i Kilbom, 1984) (*figura 1.11*).



**Figura 1.11.** Dues imatges en què s'observen bombers dels EUA en accions d'alta exigència a nivell d'espatlles i esquena (fotos Noonan, 1984).



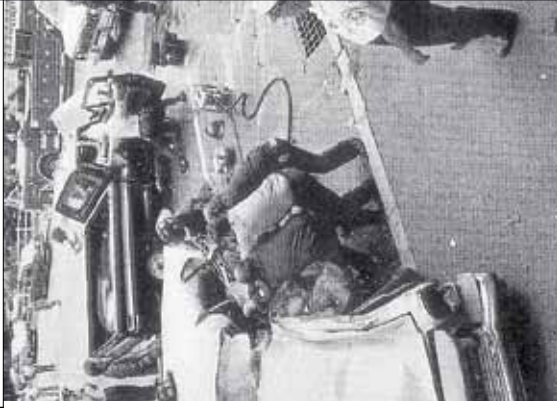


Les necessitats de força es poden resumir en tres tipus d'accions (Cos, 2003):

- a)** Aixecar i transportar objectes com per exemple motobombes, mànegues, víctimes, bombones de diferents materials, etc.
- b)** Empènyer, estirar o arrossegar objectes com per exemple, desplegar escales, hissar objectes per mitjà de cordes, arrossegar mànegues, arrossegar i empènyer mobles i objectes del lloc del sinistre, etc.
- c)** Treballar amb objectes davant del cos com per exemple, equips d'excarceració, mobilitzar objectes del lloc del sinistre, extreure l'escala extensible del camió, etc.

En la *figura 1.12* es presenten exemples de tasques que requereixen força.

**Figura 1.12.** Exemples de tasques d'accions que requereixen força. A la imatge de l'esquerra, rescat i transport d'una víctima (foto Noonan, 1984). A la imatge central, un grup de bombers de la Generalitat de Catalunya arrossegant mànegues durant unes pràctiques a l'Escola de Bombers de Mollet del Vallès (foto Masachs). A la dreta, bombers durant el procés d'excavació d'un vehicle (foto Stella, 1987).

AIXECAR I TRANSPORTAR OBJECTES	EMPENYER, ESTIRAR O ARROSSEGAR OBJECTES	TREBALLAR AMB OBJECTES DAVANT DEL COS
<p>Transportar víctimes</p> 	<p>Arrossegar mànegues</p> 	<p>Esquarterar vehicles amb el LUKAS</p> 

En la *taula 1.6* s'exemplifiquen les manifestacions de força que requereixen diferents accions (Cos, 2003).

TIPUS DE MANIFESTACIÓ DE FORÇA	DEFINICIÓ	TASQUES D'EXEMPLE
<i>Força màxima o submàxima</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitat per generar tensions màximes (o submàximes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moure un objecte pesat.</li> <li>• Transportar una víctima.</li> </ul>
<i>Força relativa</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La força del bomber dividida pel seu pes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrar per una finestra amb la força dels braços.</li> <li>• Pujar una corda.</li> </ul>
<i>Força explosiva</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitat de vèncer una resistència en el menor temps possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saltar un obstacle</li> <li>• Esbotzar una porta amb un ariet.</li> <li>• Llançar un objecte fora de la zona de foc</li> </ul>
<i>Resistència a la força</i>	Capacitat de resistir a la fatiga davant qualsevol manifestació de força	Qualsevol dels exemples anteriors mantinguts en el temps

**Taula 1.6.** Representació de diferents accions que requereixen força.

Tasques com rescatar víctimes, esbotzar portes, o arrossegar mànegues plenes d'aigua, requereixen d'alts nivells de força. La secció transversal muscular està directament relacionada amb la capacitat de generar tensió intramuscular. En aquest sentit aquells individus amb una secció transversal menor han d'esforçar-se més per resoldre una mateixa tasca, ja que treballen a una intensitat relativa major.

En parlar d'aquells individus amb menor secció transversal afrontem un tema controvertit, ja que la població femenina sol trobar-se entre aquest col·lectiu. La menor presència de l'hormona anabòlica testosterona entre les dones explica la major dificultat del sexe femení per augmentar la secció muscular transversal i, per tant, la força. En general, les dones generen valors mitjans de força inferiors als homes, tant de tren superior com inferior, especialment del primer (Hoffman, Stauffer, i Jackson, 1979), i també mostren valors inferiors de resistència muscular (Clarke, 1986).

Aquesta evidència, però, no condiona el desenvolupament normal de la seva professió quan les dones mantenen un bon nivell de condició física que els permet generar els nivells òptims de força per resoldre cadascuna de les situacions a les quals s'han d'enfrontar, que sovint poden ser F màxima (Misner, Boileau, i Plowman, 1989). És evident, però, que és molt

important mantenir uns nivells de força màxima elevats, ja que permet afrontar moltes de les tasques amb un esforç relatiu menor.

Doolittle (1979) recomana que els bombers haurien de ser capaços de realitzar l'exercici de pressió d'espalles amb el que ell anomena un "mínim estàndard" de 43 Kg i un "estàndard ideal" de 54'5 kg, i tanmateix un rull de braços amb un mínim estàndard de 45 kg i un estàndard ideal de 54'5 kg. Així doncs, l'autor no te en compte ni la força relativa ni el sexe, sinó que marca el pes que haurien de ser capaços de mobilitzar per poder resoldre cadascuna de les situacions.

La força, a més de tenir un paper transcendent en el rendiment del bomber, és també important en el manteniment d'una composició corporal adequada (Smith, 1993) i en la prevenció de lesions (Wilson, Doughert, Ireland, i Davis, 2005). Atenent a les causes de risc d'accident d'aquest col·lectiu i en relació amb els trastorns del sistema musculoesquelètic, les patologies relacionades amb l'esquena són, sens dubte, un dels seus principals patiments (Wilson et al., 2005). En un estudi promogut a nivell de l'Estat espanyol per la Plataforma Unitaria de Bomberos, es destaquen la zona lumbar, els genolls i el clatell/coll com les tres principals localitzacions del cos en què els bombers senten molèsties relacionades amb esforços derivats del seu treball (Sanz, 2006).

Així mateix, de les principals patologies recollides en el llistat de malalties professionals de la Unió Europea del 19 de setembre de 2003 (2003/670/CE), i en relació amb el col·lectiu de bombers, destaquen en segona posició les patologies de la columna lumbar. En aquest sentit s'ha pogut establir una correlació directa entre la millora de la capacitat física de la força i la disminució de problemàtiques relacionades amb l'esquena (Cady et al., 1979), quan els quocients de força entre la musculatura extensora/flexora de tronc presenten uns quocients de força entre 1,3 i 1,5 a favor de la musculatura extensora (Beimborn i Morrissey, 1987; Gómez, Beach, Cooke, Hrudey, i Goyert, 1991; Kazemi, 2009; Nicolaisen i Jorgensen, 1987; Pérez, 2006 ).

Cos (2003) suggereix tres objectius que hauria de cobrir l'entrenament de força del bomber i resumeix els beneficis que pot aportar l'entrenament de força (*taula 1.7*)

BENEFICIS PER...			
...al sistema musculoesquètic	...a les articulacions	...al sistema cardiovascular i respiratori	...al sistema neuromuscular
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforça els lligaments i tendons.</li> <li>• Millora la capacitat de moviment.</li> <li>• Prevé lesions musculars i tendinoses.</li> <li>• Incrementa la massa muscular i la força.</li> <li>• Incrementa la densitat ossea.</li> <li>• Redueix el risc de patir fractures associades.</li> <li>• Permet desenvolupar amb eficàcia les diferents tècniques de treball i esportives.</li> <li>• Evita i corregeix desequilibris posturals.</li> <li>• Evita la pèrdua de massa muscular com a conseqüència de l'edat.</li> <li>• Accelera el procés de recuperació i readaptació post lesió.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimula la lubricació articular.</li> <li>• Atenua les malalties degeneratives.</li> <li>• Evita rigideses i retraccions articulars, retardant la calcificació del teixit connectiu.</li> <li>• Millora l'estabilitat articular.</li> <li>• Redueix el risc de lesions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementa el metabolisme basal</li> <li>• Contribueix a reduir el greix corporal.</li> <li>• Redueix el colesterol i els altres greixos sanguinis.</li> <li>• Millora el metabolisme de la glucosa.</li> <li>• Millora el metabolisme muscular en general.</li> <li>• Contribueix a reduir la pressió arterial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolupa la consciència del propi cos (percepció cinestèsica, mecanismes propioceptors).</li> <li>• Millora la coordinació i l'aprenentatge dels esquemes motors.</li> <li>• Millora el benestar psíquic.</li> <li>• Millora l'aparença física.</li> <li>• Permet introduir bons hàbits per la millor mobilització de càrregues en les activitats de la vida diària.</li> <li>• Redueix la tensió emocional, l'estrès i l'ansietat.</li> </ul>

**Taula 1.7.** Resum dels beneficis que pot aportar l'entrenament de força sobre els diferents sistemes (Cos, 2003).

- Rendir amb eficàcia en totes aquelles tasques que requereixin esforços màxims o submàxims tant en accions aïllades com repetides en el temps.
- Prevenir el risc de patir mals d'esquena, o d'altres patologies, per causa de desequilibris musculars.
- Recuperar-se més ràpidament entre les fases d'esforç.

## 1.4. REQUERIMENTS DE FLEXIBILITAT EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS

### 1.4.1. Definició i classificació de flexibilitat, elasticitat i amplitud de moviment

Etimològicament, flexibilitat (FL) prové del llatí *bilis*, que significa capacitat, i *flectere*, que vol dir corbar; podríem definir-la, doncs, com la capacitat de corbar-se o doblegar-se. En l'àmbit de l'activitat física s'ha definit com «capacitat de realitzar un moviment en la màxima amplitud possible en una articulació determinada» (Porta, 1987).

Aquesta definició, però, no permet la diferenciació entre FL, elasticitat i amplitud de moviment (ADM). L'ADM és un concepte genèric que engloba la flexibilitat i l'elasticitat. En l'anàlisi d'un moviment podem observar amplitud (quantitat) i velocitat (qualitat); segons Moras (2002), és la integració d'aquests dos paràmetres que ens permetrà diferenciar i definir la flexibilitat i l'elasticitat. Mentre que la FL està relacionada amb posicions corporals estàtiques o posicions assolides amb moviments lents, l'elasticitat està relacionada amb moviments ràpids; s'entén que la **FL** reflecteix la capacitat de les unitats musculars i tendinoses per allongar-se en el context de les restriccions que tota articulació té, mentre que l'**elasticitat** es refereix a la capacitat dels teixits per tornar a la seva posició no forçada un cop finalitzen les forces que hi actuaven.

Fleishman (1963, citat per Porta, 1988) aporta una de les classificacions més genèriques en relació amb la FL establint dos grans grups: estàtica o passiva, i dinàmica o activa.

- a) **FL estàtica o passiva:** en relació amb el grau de flexibilitat abastat amb moviments lents i sovint realitzats amb ajuda.
- b) **FL dinàmica o activa:** amplituds de moviments assolits a velocitats variables, que poden arribar a ser altes o molt altes, i que, per tant, són moviments ràpids o ballístics. En aquestes condicions d'execució la FL queda més relacionada amb el concepte d'elasticitat (Moras, 2002).

En relació amb la quantitat d'articulacions implicades es parla de *FL general* o *específica*.

- a) *FL general***: fa referència a la mobilitat de diversos sistemes articulars.
- b) *FL específica***: aquella que afecta una articulació concreta.

Tal com comenta Moras (2002), encara que la FL general es pot considerar com un índex de salut articular general, la FL és específica per a cada articulació i en conseqüència no pot considerar-se com el valor de la suma equilibrada de les ADM de cada articulació. Per contra, l'excés de FL s'allunya del concepte de salut articular general i, en aquest sentit, quan un conjunt d'articulacions presenten excés d'ADM permeten diagnosticar individus hiperlaxes, és a dir, amb teixits articulars excessivament dúctils (Schneider, Spring i Tritscher, 1993).

Metveiev (1980) fa una proposta de classificació basada en les necessitats per a l'execució eficaç de qualsevol moviment establint-ne 3 nivells: *FL absoluta*, *de treball* i *residual*.

- a)** La ***FL absoluta*** es refereix a la capacitat màxima d'elongació de les estructures musculotendinolligamentoses.
- b)** La ***FL de treball*** correspon al grau d'elongació assolit en el decurs de l'execució real d'un moviment.
- c)** Per últim, la ***FL residual*** implica nivells d'elongació sempre superiors a la de treball, que cal assolir per tal d'evitar rigideses que puguin afectar el desenvolupament normal d'un moviment o seqüència de moviments.

## 1.4.2. Resum gràfic de les classificacions de flexibilitat

### Classificacions de FL segons diferents criteris

Segons el tipus d'acció o la velocitat en què es produeix l'estirament (Fleishman, 1988)

ESTÀTICA o PASSIVA

DINÀMICA o ACTIVA

En funció dels sistemes articulars implicats

GENERAL

ESPECÍFICA

Segons les necessitats d'execució (Metveiev, 1980)

ABSOLUTA

de TREBALL

RESIDUAL

**Figura 1.13.** Resum gràfic de les classificacions de flexibilitat presentades.

## 1.4.3. Requeriments d'ADM en l'activitat del bomber

Cap dels estudis consultats relaciona l'ADM amb la capacitat de rendiment del bomber. No sembla, doncs, que la flexibilitat sigui determinant en la resolució de les seves tasques, però sí que pot condicionar la seva salut i la qualitat de vida, de manera que pot ser la responsable d'un percentatge important de les baixes d'aquest col·lectiu.

Sembla que nivells inadequats de flexibilitat en l'anomenada cadena posterior dels bombers (músculs isquiotibials, quadrat lumbar, etc.) augmenten el risc de patir patologies relacionades amb l'esquena (Bernauer i Bonano, 1975; Brownlie et al., 1985; Sharkey, 1979). Les patologies relacionades amb l'esquena són, sens dubte, un dels principals patiments dels bombers (Wilson et al., 2005); destaquen en la segona posició en el llistat de patologies professionals recollides per la Unió Europea el 19 de setembre de 2003 (2003/670/CE), i apareixen entre les tres zones de patiment més



freqüent dels bombers de l'Estat espanyol (Sanz, 2006).

Diversos autors han trobat una prevalença entre l'escurçament dels isquiotibials i el dolor en la zona lumbar (Biering-Sorensen, 1984; Brodersen, Pedersen, i Reimers, 1994; Cailliet, 1988; Ferrer, 1998; Harreby et al., 1999; Mierau, Cassidy i Yong-Hing, 1989; Wherenberg i Costello, 1993), de manera que es pot associar també a altres patologies relacionades amb l'esquena (Atalay, Akbay, Atalay i Akalan, 2003; Bado, 1977; Fisk, Baigent i Hill, 1984; Harvey i Tanner, 1991; Takata i Takahashi, 1994; Wenger i Frick, 1999).

El problema de les professions que impliquen una exigència física considerable, com la dels bombers, és que tenir un nivell de condició física pobre és incompatible amb poder gaudir d'una bona qualitat de vida, ja que el risc de patir lesions és molt alt. El treball sistemàtic de la flexibilitat d'aquells músculs que han perdut capacitat d'elongació, juntament amb programes de tonificació per a aquells músculs que hagin perdut la seva capacitat contràctil i de sosteniment, representen un dels pilars per a la recuperació dels problemes d'esquena i en general per a la prevenció de lesions (Cos, 2003).

Segons Flanagan, P. (2006), es pot arribar a perdre fins a un 70% de flexibilitat entre els 20 i els 70 anys si no es treballa de forma conscient i específica. La manca de flexibilitat contribueix també a la rigidificació dels teixits, mentre que els estiraments contribueixen a la producció de productes metabòlics que lubrifiquen el teixit connectiu i en promouen la hidratació, i en retarden el procés d'envelliment.

Analitzant les tasques pròpies dels bombers, es fa evident que no s'exigeixen moviments de màxima amplitud i, per tant, no calen nivells especials d'aquesta capacitat. En altres paraules, quan els nivells de flexibilitat són comparables als nivells estàndards que s'associen amb la salut, la feina del bomber es desenvolupa amb normalitat i la qualitat de vida del professional no es veu alterada. Sota aquestes consideracions s'aconsella treballar la flexibilitat residual per assolir els objectius de rendiment i salut en el col·lectiu de bombers (Cos, 2003).

En la *figura 1.14* s'observen bombers durant la seva formació a l'escola de Mollet del Vallès practicant estirament analítics.



**Figura 1.14.** Estiraments d'un grup de bombers de la Generalitat de Catalunya a l'Escola de Bombers de Mollet del Vallès. A la imatge de dalt, estirament de la porció alta del trapezi. A la imatge inferior, estirament del panxell de la cama (foto Cos, 2003).

Cos (2003) suggereix tres objectius que hauria de cobrir l'entrenament de flexibilitat del bomber i resumeix els beneficis que pot aportar l'entrenament de la FL (*taula 1.8*).

- Evitar rigideses i limitacions que puguin afectar la qualitat de vida del bomber.
- Facilitar els processos de recuperació després de l'esforç.
- Evitar desequilibris musculoesquelètics, de manera que es redueixi la possibilitat de generar patologies degeneratives per desgast, i es minimitzi el risc de patir mals d'esquena.

BENEFICIS PER...			
...al sistema musculoesquelètic	...a les articulacions	...al sistema cardiovascular i respiratori	...al sistema neuromuscular
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementa la flexibilitat de músculs i tendons.</li> <li>• Millora la capacitat de moviment.</li> <li>• Permet desenvolupar amb eficàcia les diferents tècniques de treball i esportives.</li> <li>• Prevé lesions musculars i tendinoses.</li> <li>• En l'escalfament, prepara el múscul per a l'activitat.</li> <li>• En la tornada a la calma, retorna el múscul a la posició de repòs i accelera els processos de recuperació.</li> <li>• Evita i corregeix desequilibris posturals.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimula la lubrificació articular.</li> <li>• Atenua les malalties degeneratives.</li> <li>• Evita rigideses i retraccions articulars, i retarda la calcificació del teixit connectiu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuda a reduir la pressió arterial.</li> <li>• Facilita la circulació dins el territori muscular.</li> <li>• Afavoreix la capacitat pulmonar.</li> <li>• Millora la consciència del procés d'inspiració i espiració.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolupa la consciència del propi cos (percepció cinestèsica, mecanismes propioceptors).</li> <li>• Redueix l'estrès.</li> <li>• Millora la coordinació i l'aprenentatge dels esquemes motors.</li> <li>• És tranquil·litzant i relaxant.</li> </ul>

**Taula 1.8.** Resum dels beneficis que pot aportar l'entrenament de flexibilitat sobre els diferents sistemes (Cos, 2003).

### 1.4.3.1. *Efectes dels EPI en l'ADM*

Ha quedat demostrat en nombroses investigacions que els EPI redueixen i limiten l'ADM (Adams i Keyserling, 1993; Coca, Williams, Roberge, i Powell 2010; Saul i Jaffe, 1955, citat per Coca et al.; Huck 1991). L'objectiu de l'equipament de protecció es protegir el bomber dels ambients hostils i això inclou: aïllar de les temperatures extremes, es a dir del foc i les altes temperatures, i també del fred i l'humiditat extrema, etc. (Raimundo, i Figueiredo, 2009).

Malgrat alguns estudis relacionen aquesta pèrdua de mobilitat amb la davallada del rendiment del bomber (Adams i Keyserling, 1993; King i Frelin, 1984;) Coca et al., (2010), en un estudi on bàsicament han analitzat la mobilitat de la zona del turmell i de la zona cervical suggereixen que la disminució en el rang de moviment (ROM) es produeix en els rangs de mobilitat màxima, però això no condiona el moviment que el bomber requereix durant les seves intervencions.

L'espatlla es una de les articulacions que es veu més afectada de mobilitat sobre tot quan a més de l'EPI es porta l'ERA (Huck, 1991). De tota manera aquest estudi valora únicament l'afectació de l'equipament sobre el ROM, però no pas el ROM necessari per a cadascuna de les tasques que ha de resoldre un bomber. En la *figura 1.15* s'observa part dels EPI.



**Figura 1.15.** Part dels EPI dels Bombers de la Generalitat de Catalunya (foto Dep. Interior).

## 1.5. REQUERIMENTS DE LES CAPACITATS PERCEPTIVOMOTORES I RESULTANTS EN LES TASQUES DELS COSSOS DE BOMBERS

### 1.5.1 Definició i classificació de coordinació i equilibri

Conceptualment la coordinació, del llatí *coordinatio*, es refereix a l'acció i efecte de disposar les coses metòdicament o concertar mitjans i esforços per a una acció comuna.

En l'àmbit de l'educació física i l'esport, Kiphard (1976), referint-se a la coordinació motriu (CM), la defineix com la «interacció harmoniosa i, tant com sigui possible, econòmica dels músculs, nervis i sentits, amb la finalitat de traduir accions cinètiques precises i equilibrades (motricitat voluntària) i reaccions ràpides i adaptades a la situació (motricitat reflexa)»; Meinel i Shnabel (1988), la defineixen com «l'ordenament, l'organització d'accions motores ordenades vers un objectiu determinat», i Grosser, et al. (1988), com «l'organització de tots els processos parcials d'un acte motor en funció d'un objectiu motor preestablert. Aquesta organització ha de ser enfocada com un ajust entre totes les forces produïdes, tant internes com externes, considerant tots els graus de llibertat de l'aparell motor i els canvis existents de la situació». Castañer i Camerino (1990), la defineixen com «la capacitat de regular de forma precisa la intervenció del propi cos en l'execució de l'acció justa i necessària segons la idea motriu prefixada».

Considerem un moviment coordinat en la mesura que és eficaç, és a dir, que s'utilitzen estrictament els músculs necessaris i amb grau de tensió necessària, i exacte, en la mesura que el resultat final és el que es pretenia (Porta, 1988).

La coordinació pot ser classificada en **dinàmica general**, quan el moviment és global i implica en l'acció gran part de les regions corporals, i **específica** o **segmentària**, quan es tracta de moviments analítics o sintètics. L'específica es refereix normalment a la relació entre el sentit de la vista i algun dels segments corporals.

Segons diferents autors, la capacitat de CM inclou diferents capacitats com l'equilibri (E), l'orientació, el ritme, la reacció i la diferenciació (Hirtz, citat per Josi 1990; Kosel, 1996; Martín 1982, citat per Meierhofer, 1989; Mühlethaler, 1987, i Wüthrich, 1989). Lorenzo (2002), fa una síntesi dels autors més representatius que classifiquen les capacitats motrius en cinc,

sis o set capacitats. En la *taula 1.9* presentem els autors més representatius que classifiquen les capacitats motrius.

AUTORS QUE CLASSIFIQUEN LA CM EN 5 CAPACITATS	CAPACITATS COORDINATIVES
<i>Hirt (citat per Josi, 1990), Kosel (1996), Martin (citat per Meierhofer, 1989), Mülhethaler (1987)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitat d'equilibri</li> <li>• Capacitat d'orientació</li> <li>• Capacitat de ritme</li> <li>• Capacitat de reacció</li> <li>• Capacitat de diferenciació</li> </ul>
AUTORS QUE CLASSIFIQUEN LA CM EN 6 CAPACITATS	CAPACITATS COORDINATIVES
<i>Grosser et al., (1989)</i>	<p>Totes les anteriors menys la capacitat de ritme, i més:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitat de combinació</li> <li>• Capacitat d'adaptació i modificació</li> </ul>
AUTORS QUE CLASSIFIQUEN LA CM EN 7 CAPACITATS	CAPACITATS COORDINATIVES
<i>Zimmermann (citat per Jacob, 1991)</i>	<p>Totes les citades en el primer requadre més:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitat d'associació</li> <li>• Capacitat d'adaptació</li> <li>• Reducció del risc de patir càncer</li> </ul>

**Tabla 1.9.** Resum d'autors que classifiquen les capacitats coordinatives en cinc o més (Lorenzo, 2002).

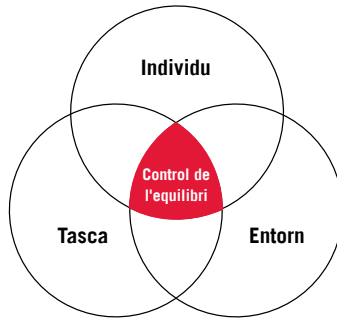
A continuació es defineixen les diferents capacitats coordinatives a partir de Blume (1986, citat per Lorenzo, 2002), centrant-nos sobretot en la capacitat d'E per la seva transcendència en relació amb els objectius d'aquesta tesi:

- **Capacitat d'orientació** definida com «la capacitat de determinar la posició i els moviments del cos en l'espai i en el temps, en relació amb un camp d'acció definit o amb un objecte de moviment».
- **Capacitat de ritmització**, entesa com «la capacitat d'intuir i reproduir un ritme imposat des de l'exterior, i també la capacitat d'utilitzar l'activitat motriu seguint un ritme interioritzat».

- **Capacitat de reacció**, entesa com la capacitat d'iniciar i continuar ràpidament accions motores adequades i de breu durada, com a resposta a un senyal donat.
- **Capacitat de diferenciació** definida com «la capacitat per aconseguir una coordinació molt fina (de gran capacitat discriminatòria), de fases motores i moviments parcials individuals, la qual es manifesta en gran exactitud i economia del moviment total».
- **Capacitat d'E**: en relació amb l'E no hi ha consens en la definició, ja que moltes vegades variarà en funció del grup d'investigació, l'objectiu de la recerca i l'àmbit d'aplicació. Termes com *estabilitat postural* i *control postural* s'utilitzen sovint com a sinònims (Horak, 1987). Del llatí *aequilibrium*, biomecànicament la **capacitat d'E** pot ser definida com «l'habilitat de mantenir o recuperar el centre de gravetat del cos dins dels límits de l'estabilitat determinats per la base de sustentació» (Horak, 1987; Nashner, 1997); els límits d'estabilitat es refereixen a aquella àrea en la qual el cos pot mantenir la seva posició sense modificar la base de suport o sustentació.

Blume (1986, citat per Lorenzo, 2002), la defineix com «la capacitat de mantenir o recuperar la posició del cos durant l'execució de posicions estàtiques o en moviment». L'habilitat per mantenir el centre de gravetat sense modificar la base de sustentació sol ser definida com **E estàtic**, però aquesta és una terminologia poc adequada si tenim en compte la quantitat d'ajustaments automàtics que el sistema neuromuscular ha de realitzar per mantenir l'E postural (Berg, 1989); és per aquest motiu que l'anomenarem **E postural**.

Malgrat que el sistema de regulació de l'equilibri és el mateix tant si parlem d'**E dinàmic** o **E postural**, les estratègies per aconseguir l'estabilitat són diferents; mentre que en la posició estàtica dempeus l'E es manté gràcies a l'activitat neuromuscular que es produeix a nivell del turmell, en l'E dinàmic aquesta activitat a la zona del turmell no és suficient per mantenir-nos o recuperar-nos davant d'inestabilitats globals (Woollacott i Tang, 1997). En la *figura 1.16* es presenta un model conceptual que relaciona la capacitat d'E amb l'individu, l'entorn i la tasca que ha de realitzar (Shumway-Cook i Woollacott, 1995, citats per Punakallio, 2005).



**Figura 1.16.** Model conceptual que relaciona la capacitat d'E amb l'individu, l'entorn i la tasca que ha de desenvolupar (Shumway-Cook i Woollacot, 1995, citats per Punakallio, 2005).

### 1.5.2. Definició i conceptualització d'agilitat i habilitat

Tal com s'ha explicat en l'apartat 1.1.2. en relació amb la classificació de les capacitats físiques bàsiques, l'agilitat i l'habilitat són capacitats considerades resultants, és a dir, que la seva manifestació depèn de la interacció variable d'altres capacitats físiques. Conceptualment, l'agilitat es refereix a la qualitat d'àgil, és a dir, que es mou amb facilitat i rapidesa, que té els moviments ràpids i expeditos. L'habilitat (o destresa), es refereix a la perícia a fer alguna cosa (*Diccionari de la Llengua Catalana*, 1997).

Segons Riera (2001), els aspectes clau per delimitar el concepte "habilitat" són:

- s'associen a un objectiu concret
- s'aconsegueixen amb eficàcia
- requereixen d'un procés d'aprenentatge
- requereixen d'una relació amb l'entorn.

Tan l'agilitat com l'habilitat fan referència a un cert grau d'eficiència i competència en el moviment corporal. Des d'una visió més global, la competència motora s'entén com la capacitat per realitzar actuacions integrals, identificant, interpretant i resolent problemes del context amb idoneïtat, integrant el saber fer, el saber ser i el saber conèixer (Tobón, Pimienta y García Fraile, 2010). Així doncs, les competències posen en interacció de manera integral diferents coneixements, habilitats i valors tant en l'àmbit de la vida quotidiana com en l'àmbit laboral.



### 1.5.3. Resum gràfic de les classificacions de coordinació motriu

#### Classificacions de coordinació motriu

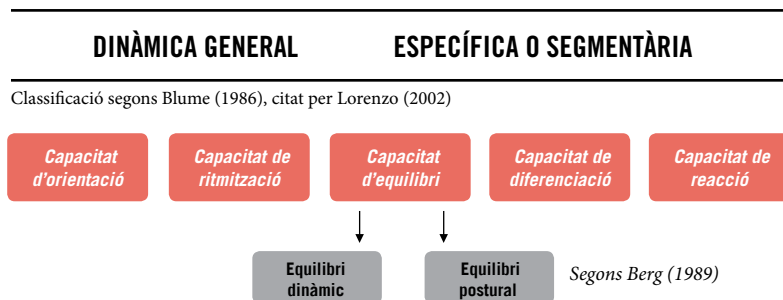


Figura 1.17. Resum gràfic de les classificacions de coordinació motriu

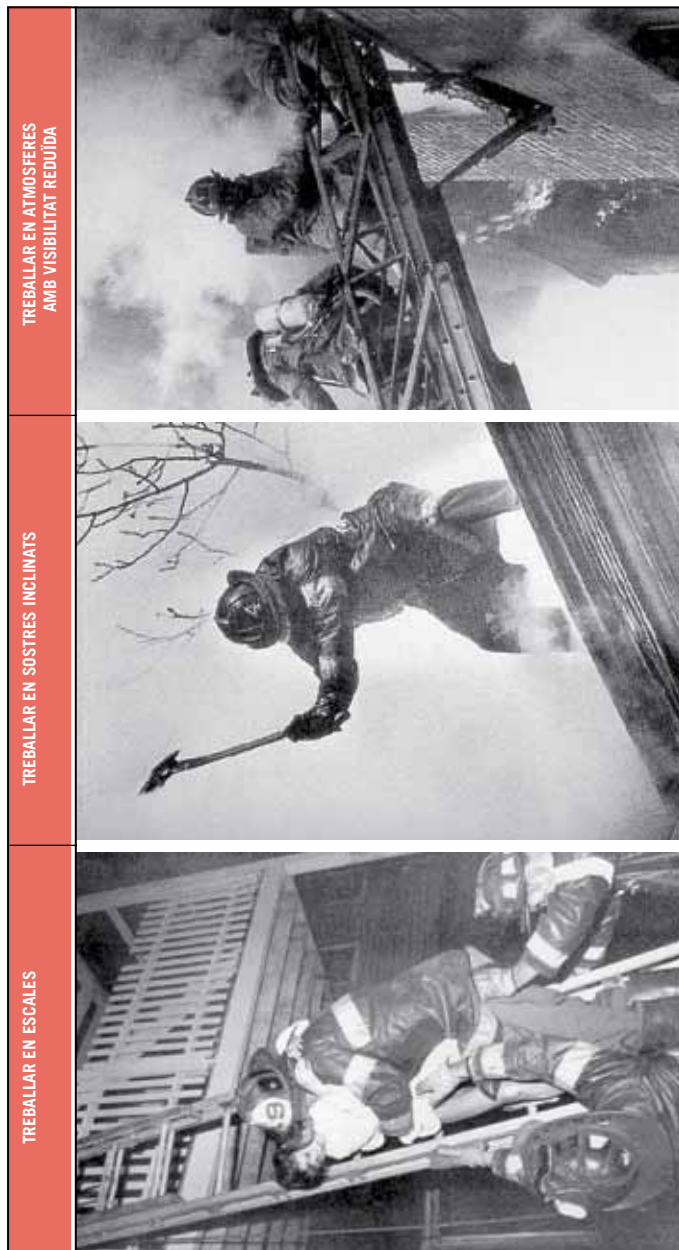
### 1.5.4. Requeriments d'equilibri en l'activitat del bomber

Si la capacitat d'E resulta bàsica en les activitats de la vida diària, és clau davant d'accions d'alta demanda física com les dels bombers. Treballar sobre sostres, en ambients de baixa o nul·la visibilitat, mobilitzar eines pesants, transportar víctimes, i moure's sobre superfícies petites i inestables són exemples de tasques físiques d'alta demanda d'E que cal resoldre durant l'extinció de focs o en operacions de rescat.

La davallada en la capacitat d'E ha estat documentada en diversos estudis transversals recopilats per Punakalio (2003). Tot i que les investigacions posen en evidència que la gent de més edat té menys estabilitat que la gent més jove, diverses investigacions suggereixen que quan es valora únicament la posició estàtica dempeus, les diferències d'E en edats compreses entre 17 i 54 anys no són significatives. En canvi, quan les demandes d'equilibri són majors, com per exemple eliminant el sentit de la vista i situant els subjectes sobre plats inestables, les diferències d'E entre edats es fan més evidents. Ambients amb visibilitat nul·la, i superfícies rrelliscoses o inestables són, en definitiva, escenaris habituals per als bombers (terres molls pel resultat de les tasques d'extinció, sostres inclinats, etc.).

Les tasques que requereixen major demanda d'E per als bombers són treballs en escales, sostres i en atmosferes de fum sense visibilitat (Gredhill i Jamnik, 1992a; Lusa et al., 1994). En la *figura 1.18* veiem 3 exemples de tasques de màxima sol·licitació d'E.

**Figura 1.18.** Exemples de tasques d'alta demanda d'E segons Gredhill i Jamnick (1992a). A la imatge de l'esquerra, un bomber treballant des d'una escala amb el tren superior ocupat pel rescat d'un nen. A la imatge del mig, un bomber al qual el desequilibri que suposa la inclinació del sostre se li suma el desequilibri produït per l'acció dels braços. A la imatge de la dreta, bombers treballant des d'una AEA, a punt d'entrar en un ambient de visibilitat nul·la (fotos Noonan, 1984).



#### 1.5.4.1. *Efectes dels equips de protecció individual (EPI) en l'equilibri*

Els vestits aïllants antitèrmics, les botes, les ulleres i els ERA afecten la capacitat d'E (Hsiao i Simeonov, 2001). Les ulleres i altres protectors facials disminueixen el camp visual, així que afecten el sentit més important per mantenir-nos equilibrats (Samo, Bahk, i Gerkin, 2003). Així mateix el jaquetó (kg) i els equips ERA (kg) augmenten les demandes metabòliques fins a un 20%. Tal com s'ha explicat en l'apartat de R, la fatiga generada pel treball contribueix a afectar tant l'E postural com el dinàmic (Kincl, Bhattacharya, Succop, i Clark, 2002). Les propietats del calçat disminueixen la sensibilitat del peu en relació amb el tipus de sòl (rugositat, inclinació, duresa, etc.); en aquest sentit com més gruixudes i toves siguin les botes, més afectaran la capacitat d'E (Robbins, Wakked, Allard, McClaran, i Krouglicof, 1997).

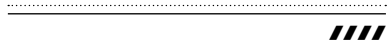
Punakalio (2005), autora de les investigacions més ambicioses en relació amb la valoració de l'E en bombers europeus (finlandesos), conclou que els bombers de més de 50 anys mostren una capacitat d'E més pobre que els més joves. Aquestes diferències són majors quan els bombers treballen amb els equips de protecció i sense visibilitat. De totes els estris que utilitzen per protegir-se els equips ERA són els que més afecten l'E. En la *figura 1.19* s'observen bombers en tasques de màxima demanda d'equilibri.



**Figura 1.19.** Bombers francesos en tasques de màxima demanda d'equilibri dutes a terme per un equip d'especialistes. (foto Dubois, 2000)



# Anàlisi de les tasques dels cossos de bombers





## 1.6. ANÀLISI DE LES TASQUES DELS BOMBERS I CARACTERÍSTIQUES DE LES DEMANDES FÍSQUES

Els primers estudis en relació amb l'anàlisi sobre la feina que ha desenvolupar un bomber daten dels anys 70. Barnard i Duncan (1975), Dotson et al. (1976), Lemon i Hermiston (1977a), Davis (1978), Cady et al., Doolittle i Mealey (1979) encapçalen els estudis més representatius d'aquesta dècada. Alguns d'aquest autors han estat, a més, prolífics investigadors en aquesta àrea de coneixement.

Tant la naturalesa extenuant d'algunes de les intervencions pròpies del bomber com una alta incidència d'accidents laborals i morts prematures queden ben documentades en moltes de les investigacions sobre aquest col·lectiu (Angerer et al., 2008., Aronson, Tomblinson, i Smith, 1994; Bahrke, 1982; Black, 1979; Budd, 2001; Cady et al., 1985; Cloutier i Champoux, 2000; Giguère i Marchand, 2005; Heil, 2002; Rosmuller, 2008).

Les tasques que ha de desenvolupar un bomber es caracteritzen per períodes de treball a baixa intensitat amb pics d'esforç de moderada i alta intensitat (Bos et al., 2004; Scott, et al., 1988). Sovint, l'extinció de focs obliga a treballs extenuants per períodes de temps molt variables en condicions ambientals extremes i molt desfavorables (Rossi, 2003; Simth et al., 2001; Smith et al., 1997 ).

Per tal de determinar les tasques i les demandes físiques, un grup d'investigadors, conjuntament amb la col·laboració de dos grans parcs metropolitans de bombers del Canadà, van dedicar diverses setmanes a descriure cadascuna de les intervencions pròpies d'aquest col·lectiu, intentant associar els requeriments físics que es requerien en les tasques següents:

- descripció dels objectes que s'aixequen
- alçada dels aixecaments
- posició del cos en cada acció
- nombre de repeticions
- distància a recórrer
- temps requerit
- freqüència de les accions
- etc.

Aquesta anàlisi va permetre identificar les habilitats motrius tals com l'agilitat, l'equilibri, la destresa manual i la flexibilitat, necessàries per resoldre determinants tipus de sinistres. Tanmateix, Gledhill i Jamnik (1992a), descriuen en aquest estudi les necessitats de força, resistència muscular, potència aeròbica i potència anaeròbica, necessàries per rendir amb eficàcia en les actuacions més freqüents (*taula 1.10*).

#### **Focs en edificis d'alçada**

- Moure i pujar equipament i material a nivell del foc amb la vestimenta completa.
- Moure equipament addicional (eines, ERA) fins a l'escenari previ a la zona de foc.

#### **Ventilació i processos de condicionament**

- Foradar un sostre des d'una escala o des d'un sostre inclinat.
- Utilitzar un pic per esbotzar un sostre.

#### **Desplegaments de mànegues**

- Arrossegar mànegues plenes d'aigua fins a la zona de foc, tant en escenaris d'interior com exterior.
- Trobar-se com a portallança durant un llarg període de temps.
- Estirar mànegues des de l' hidrant fins a la zona de foc.

#### **Treball des de l'escala**

- Rescatar una víctima des d'un sostre o finestra utilitzant una escala.
- Desplegar escales amb menys personal del necessari.



- Utilitzar una destrall des de l'escala.

### **Accessos forçats**

- Forçar portes de seguretat amb eines manuals.
- Utilitzar eines de mà i equipament mecànic per esbotzar una paret.

### **Excarceracions**

- Utilitzar eines manuals i mecàniques en espais reduïts per excarcarar víctimes.
- Utilitzar eines d'excarceració pesades en intervencions a vehicles.
- Traslladar víctimes des del cotxe accidentat o l'edifici sinistrat.
- Remoure mobiliari.

### **Processos de llarga durada**

- Treballar en un foc per llargs períodes de temps o llargs processos d'excarceració (automòbils amuntegats, focs d'indústria, descarriaments de tren. etc.).

**Taula 1.10.** Tasques identificades per uns bombers d'Ontario, Canadà, com d'alta exigència física (Gledhill i Jamnik, 1992a).

Posteriorment, una mostra aleatòria de 57 bombers experimentats van ser preguntats per tal que identifiquessin d'un llistat els tipus d'intervencions que requerien més exigència física. També van haver d'identificar aquells elements o situacions que augmentaven la dificultat del seu treball durant una intervenció. Finalment, a 60 bombers en actiu se'ls va administrar un qüestionari on havien de classificar, en funció de la seva experiència, l'exigència física que suposava cadascuna de les tasques preguntades (*taula 1.11*).

### **Extinció de focs en edificis antics amb materials com guix i remembrat, o parets construïdes amb conglomerats (material freqüent als EUA i Canadà).**

- Treballar llargues estones amb els braços per sobre el cap.
- Lluitar contra focs de propagació ràpida.

- Focs de molta temperatura, que augmenten la fatiga per exposició a altes temperatures.
- Tasques d'extinció que s'han de executar amb celeritat.

### **Treballar en edificis alts**

- Inclou escalar diversos trams d'escala transportant equipament i material per a l'extinció.
- Extinció de focs vers materials de construcció d'alta toxicitat.
- Exposició a altes temperatures de forma mantinguda a causa de materials que absorbeixen temperatura, i la irradien després, fins i tot quan el foc està sota control.
- Procediments de condicionament i ventilació que inclouen moure grans finestres o esbotzar parets.

### **Vestimenta estàndard i equipament SCABA (equivalent a l'equipament ERA)**

- Restricció de moviments.
- Augment de l'esforç respiratori pel pes afegit de la vestimenta i l'ERA.
- Utilitzar vestimenta no apropiada per tot tipus de rescat o extinció de focs (ex: temperatures extremes de calor o fred).

### **Utilització d'equipament pesat**

- Utilització de màquines pesades en posicions incòmodes.
- Aguantar manualment màquines davant del cos durant molta estona.
- Utilitzar el pesat equipament d'excarceració pel rescat de víctimes.

### **Condicions ambientals a la zona del foc que poden augmentar la dificultat**

- Deteriorament de les condicions a la zona de foc, particularment a l'hivern amb la congelació de l'aigua.
- Entrar i sortir de la zona de foc repetidament, produint-se altes fluctuacions de la temperatura corporal.
- Brossa i mobles a la zona de foc que dificulten la mobilitat.

Augment en l'exigència de treball quan l'accés al foc és difícil (ex: tanques, portes, filats elèctrics, etc.).

Condicions de disminució de la visibilitat com treballar de nit o amb fum, de manera que dificulten els procediments per a l'extinció.

**Taula 1.11.** *Factors que incrementen l'exigència de les demandes físiques dels bombers (Gledhill i Jamnik, 1992a).*

De les respostes d'aquest darrer qüestionari en va resultar el següent rànquing exposat per ordre de dificultat (Gledhill i Jamnik, 1992a):

- 1<sup>o</sup>. Transportar equipament escales amunt en un edifici d'alçada
- 2<sup>o</sup>. Fer avançar mànegues plenes
- 3<sup>o</sup>. Esbotzar portes, parets, sostres i terres
- 4<sup>o</sup>. Aixecar i pujar escales
- 5<sup>o</sup>. Realitzar treballs per sobre del cap amb pic o altre tipus de material
- 6<sup>o</sup>. Rescat de víctimes
- 7<sup>o</sup>. Pujar i baixar material o víctimes des de finestres d'edificis alts amb cordes
- 8<sup>o</sup>. Excavacions en vehicles
- 9<sup>o</sup>. Transportar equipament des del camió fins a la zona de foc

## 1.7. ANÀLISI DE LES TASQUES DELS BOMBERS DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA

Un grup d'experts del Cos de Bombers de la Generalitat, coordinats pel doctor Ramón Prat i format pels bombers Sr. Antonio Valbuena, Sr. Manuel Catà i Sr. Jordi Tallada, van reunir-se en el CAR de Sant Cugat del Vallès durant els dies 7, 11, 14 i 19 de maig, amb un grup d'investigadors del CAR, coordinats pel Sr. Guillermo Pérez i format pel Sr. Jaume Mirallas, Dr. González de Suso i el Sr. Francesc Cos de l'INEFC de Barcelona.

Prenent com a referència els estudis de Gledhill i Jamnik (1992a i b), el grup d'experts va determinar les tasques pròpies dels Bombers de la Generalitat a partir de 8 sinistres: foc forestal, foc d'habitatge, foc d'indústria, accident de trànsit, rescat urbà, rescat rural, esgotament d'aigua, recerca de persones i assistències tècniques.

El grup d'experts va descriure totes aquelles tasques i accions per a cadascun del tipus de sinistre, considerant el temps de treball, la intensitat i el pes de l'equipament i el material que normalment s'utilitza.

A continuació presentem un resum d'aquells aspectes més significatius de l'anàlisi de les tasques dels bombers.

**1 FOC FORESTAL: temps d'intervenció: si és petit, 30' / gran: 24 h o més, a baixa intensitat.**

- Caminar 3 h en desnivells.
- Caminar ràpid 500 m amb mànegues.
- Estirar mànegues.
- Córrer 50 m a màxima velocitat (fugida).
- Caminar arrossegant mànegues.
- Recollir mànegues.
- Fer una rasa.
- Manegar autobomba.
- Saltar una tanca o paret de 2 m.
- Pujar i baixar del sostre del camió.
- Posar escala.
- Tallar amb motoserra.
- Posar maneguetes.

**2 FOC D'HABITATGE: temps d'intervenció: 3' - 4', amb una intensitat molt alta. Temperatura de 100°, 2'. Temps màxim: 20', amb una bombona; amb dues, pot ser de 40'.**

- Pujar 3 pisos amb (EPI complet) + (ERA) + (mànega i llança) o (maceta i escarpa).
- Entrar a quatre potes dins d'una casa.
- Forçar una porta amb mall.
- Córrer 50 m a màxima velocitat (fugida).
- Pujar una autoescala de 25 metres arrossegant mànega buida.
- Arrossegar una persona.
- Córrer 4-5" a màxima velocitat.

- Saltar tanca o paret de 2 m.
- Aguantar el propi pes amb les mans (caigudes).

### **3 FOC D'INDÚSTRIA: temps d'intervenció: 3' - 4', amb una intensitat molt alta. Temperatura 100°, 2'. Temps màxim: 20', amb una bombona; amb dues, pot ser de 40'.**

- Moure fardells.
- Forçar portes, persianes amb mall o maceta.
- Arrossegar mànegues.
- Aguantar amb estabilitat mànega (15 - 35 kg reacció).
- Córrer 10" a màxima velocitat.
- Saltar tanca o una paret de 2 m.
- Dirigir la mànega des del cistell.
- Trencar un mur o paret de 10-15 cm de gruix amb el mall.
- Modificar la instal·lació de mànegues plenes d'aigua.
- Moure mànegues de 70.
- Pujar i baixar del camió, portar-lo a una distància X connectar i desconnectar mànegues (X) per carregar i descarregar.
- Moure i col·locar escales (B i C) i pujar-les i baixar-les.
- Arrossegar petaques.
- Aguantar el propi pes amb les mans (caigudes).

### **4 ACCIDENT DE TRÀNSIT (temps d'intervenció variable)**

- Muntar una línia de 25.
- Treure el LUKAS A o B en una posició especial.
- Treballar amb LUKAS A o B (10' aprox.).
- Col·locar equip d'immobilització.
- Treure el ferit fins la taula en posicions molt complicades.
- Maniobres de moure un cotxe i d'assegurament (entre uns quants bombers).
- Retirar / arrossegar un cotxe.

- Pujar un barranc amb una llitera amb un pendent de 45° o més lligat.
- Tracció de corda d'uns 50 kg vertical i arrossegant.
- Carrera suau amb equip de protecció A.

### **5 RESCAT URBÀ (temps d'intervenció variable)**

- Aixecar una persona i portar-la al damunt.
- Baixar fent ràpel.
- Caminar per una cornisa 10-15 m. assegurat.
- Sanejament de façana amb maceta i escarpa.
- Pujar autoescala.
- Maneig d'eines manuals.
- Pujar escala manual de ganxos i baixar.
- Caminar per ferm irregular amb equip X posat (velocitat? temps?)
- Moure elements com caps de bigues, elements enderrocats, etc.)
- Aguantar el propi pes amb les mans (caigudes).

### **6 RESCAT RURAL (temps d'intervenció variable)**

- Caminar pel camp per terreny accidentat amb equip de protecció C.
- Pujar un barranc amb una llitera amb un pendent de 45° o més, lligat.
- Tracció de corda d'uns 50 kg vertical i arrossegant.
- Baixar assegurat o amb ràpel.

### **7 ESGOTAMENT D'AIGUA (temps d'intervenció variable)**

- Moure motobombes B.
- Moure motobombes A.
- Moure mànegues de 70.
- Engegar motobombes.
- Traccionar mànegues de 70 amb l'equip D.

**8 RECERCA DE PERSONES (temps d'intervenció: molt variable)**

- Caminar 3h amb equip F.

**9 ASSISTÈNCIA TÈCNICA (netejar calçada, salvar un gat, etc.)**

A partir d'aquesta anàlisi, el grup d'experts conjuntament amb l'equip d'investigadors van dissenyar els tests fisicotècnics amb l'objectiu que incloguessin les tasques i accions més representatives de les tasques dels Bombers de la Generalitat de Catalunya.

## OBJECTIUS

### De la part teòrica

- Establir una classificació de les capacitats físiques bàsiques (CFB), a partir de la qual es puguin classificar les capacitats físiques dels bombers.
- Establir l'estat de la qüestió en relació amb els requeriments físics que obliga la feina del bomber.
- Descriure les tasques específiques dels Bombers de la Generalitat de Catalunya que permetin dissenyar una bateria de tests fisicotècnics.

### De la part experimental

#### *Objectius principals*

- Determinar l'exigència física dels tests fisicotècnics proposats a un grup de bombers homes (n=21) de la Generalitat de Catalunya.
- Determinar les capacitats físiques requerides en cadascun dels tests fisicotècnics.

#### *Objectius secundaris*

- Analitzar la relació entre els tests físics i fisicotècnics.
- Comparar els resultats de la mostra valorada, amb els publicats en la bibliografia analitzada en la part teòrica.







# 2.

## METODOLOGIA

---

*pàg. 97-138*



**Valoració de les capacitats  
físiques determinants en les  
tasques dels bombers de la  
Generalitat de Catalunya a  
partir de tests físicotècnics**





## 2.1. DISSENY

Es tracta d'una investigació de caire observacional, descriptiva i inferencial. És observacional, perquè no s'intervé en el fenomen investigat sinó que s'observa per extreure'n informació rellevant. És descriptiva, perquè es realitza una tasca d'organització, classificació, síntesi i presentació dels resultats obtinguts. És inferencial, perquè s'extreuen conclusions presumptament vàlides per a la població estudiada a partir dels resultats observats i es contrasten els resultats obtinguts amb les hipòtesis plantejades inicialment, i si es dóna el cas es proposen nous estudis de caire experimental pel desenvolupament de noves fites. En la *figura 2.1* queda representat el disseny de la investigació.

## 2.2. SUBJECTES

### 2.2.1. Determinació de la mostra

La població de bombers professionals de Catalunya era, en el moment de la investigació, de 1.816 bombers (1.814 homes i 2 dones), distribuïts pel territori en les quatre províncies (Barcelona, Girona, Lleida i Tarragona) més els serveis centrals de Bellaterra (Barcelona).

La primera mostra seleccionada per a l'estudi, formada per 47 bombers professionals (47 homes), estava distribuïda en els grups d'edat següents: 20-30 (n=14), 31-40 (n=16), 41-50 (n=9) i +51 (n=8); voluntàriament van prestar la seva col·laboració i van ésser inclosos com a subjectes d'experi-

mentació un cop van haver donat el seu consentiment lliure per escrit per mitjà d'un consentiment informat (annex 1). El protocol va ser aprovat pel Comitè d'Ètica del Centre d'Alt Rendiment Esportiu de Sant Cugat del Vallès.

Una vegada els 47 bombers professionals van passar dos tests físics de selecció (cursa de llançadora i circuit d'agilitat), i amb l'objectiu que el projecte de valoració fos viable, tant des del punt de vista econòmic, de logística, com de recursos humans, es va seleccionar la mostra definitiva per a l'estudi (n=21), basant-se en els criteris següents:

- Es van seleccionar un mínim de 4 bombers per a cada grup d'edat: 20-30 (n=7), 31-40 (n=7), 41-50 (n=5) i +51 (n=4) (mitjana  $39,4 \pm 10,1$  anys).
- En relació amb la forma física, es van utilitzar els resultats de la cursa de llançadora com a variable de selecció, tenint en compte que a més s'ha observat que està significativament correlacionada amb el circuit d'agilitat ( $r=0,728$ ,  $p<0,001$ ,  $n=47$ ), tal com s'ha analitzat en el capítol de resultats. Per a cada grup d'edat es va escollir el bomber que tenia el millor resultat, el pitjor i l'intermedi.
- Per a la valoració de l'estat nutricional es va tenir en compte l'índex de massa corporal (IMC). El criteri va ser que hi hagués un subjecte en cada grup d'edat amb un valor  $<23$ , un altre entre  $\geq 23$  i  $28$ , i un altre  $>28$   $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .

La mostra seleccionada de 21 bombers (n=21) van passar un total de tretze tests, vuit fisicotècnics, dos de laboratori i tres de camp. En la *taula 2.1* s'exposen les característiques de les dues mostres dels bombers participants en l'estudi.

	GRUP	n	MITJANA	DT	ERROR TÍPIC DE LA X
<b>Edat (anys)</b>	1	47	38,5	9,7	1,4
	2	21	39,3	9,2	2,0
<b>Pes (kg)</b>	1	47	76,1	10,4	1,5
	2	21	75,5	9,5	2,1
<b>Talla (m)</b>	1	47	1,72	0,1	0,01
	2	21	1,73	0,1	0,01
<b>IMC (<math>\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}</math>)</b>	1	47	25,4	2,5	0,3
	2	21	25,1	2,2	0,5

**Taula 2.1.** Característiques dels bombers participants en l'estudi a partir d'estadístics descriptius de les variables antropomètriques: edat (anys), pes (kg), talla (m) i IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) per a les dues mostres de bombers de la Generalitat de Catalunya.



No es van trobar diferències significatives ( $p \leq 0,05$ ) entre les mitjanes (prova T), com tampoc entre les variàncies (prova de Levene) de les variables antropomètriques edat, pes, talla, i IMC, de la mostra  $n=47$  i de la mostra  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya (*taula 3.56, pàgina 215 del capítol de resultats*).

Tampoc es van trobar diferències significatives ( $p \leq 0,05$ ) entre les mitjanes (prova de T), i les variàncies (prova de Levene) de les variables agilitat i cursa de llançadora entre la mostra 1  $n=47$  i la mostra 2  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya (*taula 3.57, pàgina 216 del capítol de resultats*).

Per tant, en no trobar diferències significatives entre les variables antropomètriques (edat, pes, talla i IMC) i de condició física (agilitat i cursa de llançadora) entre la mostra 1  $n=47$  i la mostra 2  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya, ens porta a concloure que la mostra 2  $n=21$  és representativa de la mostra 1  $n=47$ .

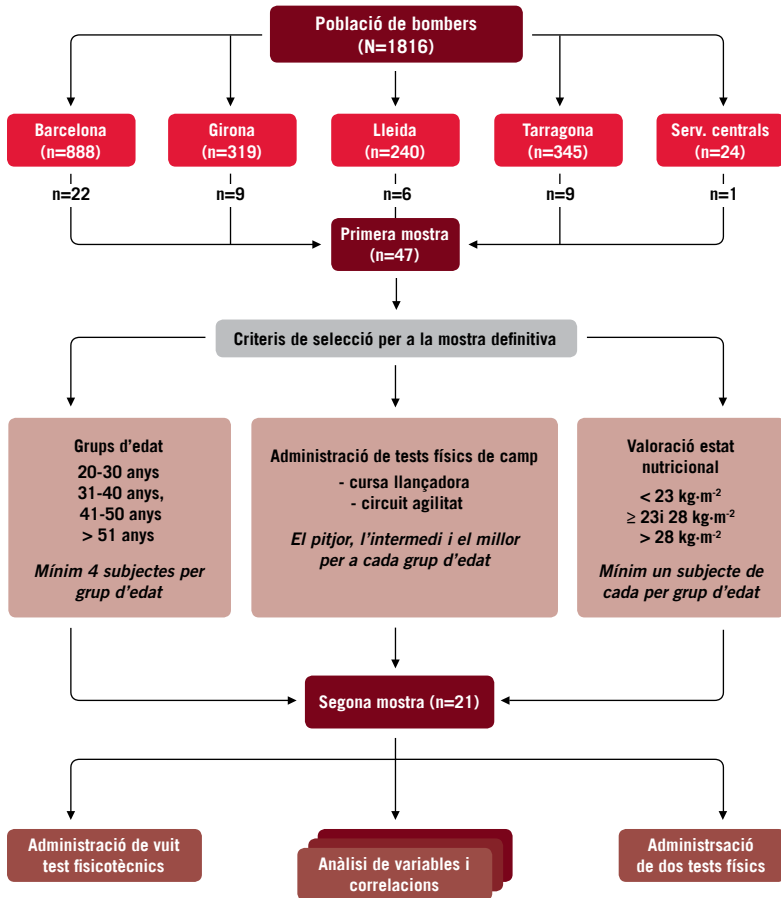


Figura 2.1. Disseny de la investigació.

## 2.3. MATERIAL

La mesura de les variables es va realitzar sempre per mitjà del material i els procediments que es relacionen a continuació.

L'edat va ser registrada per any complet en el moment d'inclusió dels

subjectes en l'estudi. L'alçada va ser registrada en posició anatòmica bípeda per mitjà d'un tallímetre marca SECA, model 220 (Alemanya), amb una precisió d'1 mm. La unitat de mesura va ser el centímetre (cm).

El pes corporal va ser enregistrat en posició bípeda, amb roba interior i descalç, per una bàscula marca SECA, model 713, amb capacitat de mesura de 2 kg i fins a 130 kg, i un error de mesura instrumental de 0,1 kg (Alemanya). La unitat de mesura va ser el quilogram. Els físics recomanen l'ús del terme massa en lloc de pes, però nosaltres hem optat per la terminologia del pes corporal ja que és el que més s'utilitza en la bibliografia. Amb aquest argument, en aquest treball parlarem del pes corporal tot i que sempre ens referirem a la massa.

Per determinar l'estat nutricional es va utilitzar l'índex de massa corporal (IMC), també anomenat índex de Quételet, que relaciona el pes amb l'alçada. Aquest índex és el resultat de la divisió del pes (la massa) en quilograms entre el quadrat de l'alçada expressat en metres. La unitat de mesura és el quilogram per metre quadrat ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A més, a la mostra seleccionada ( $n=21$ ) es va efectuar un estudi antropomètric amb determinació del pes corporal ( $\pm 100$  g), la talla ( $\pm 1$  mm), l'espessor de 8 plecs cutanis (plicòmetre Harpenden  $\pm 0,2$  mm) i els perímetres a nivell abdominal i dels malucs (cinta mètrica metàl·lica  $\pm 1$  mm). Els 8 plecs cutanis valorats van ser els següents: tríceps, subescapular, bíceps, ileocrestal, supraespinal, abdominal, cuixa anterior, cama medial. Per a l'estimació del percentatge de greix corporal es va utilitzar la fórmula proposada per Yuhasz (1962; citat per Carter, 1982): % MG (♀):  $4,56 + (\sum 6 \text{ plecs cutanis} * (\text{mm}) \times 0,143)$ , i % MG (♂):  $3,64 + (\sum 6 \text{ plecs cutanis} * (\text{mm}) \times 0,097)$ , essent el sumatori dels 6 plecs cutanis el tríceps, subescapular, abdominal, supraespinal, cuixa anterior i cama medial.

Per a la realització de la bateria de tests físics de selecció (circuit d'agilitat i cursa de llançadora) els bombers portaven col·locat un pulsímetre, models Polar Sport Tester PE4000, Accurex, Vantage NV o XL Trainer Plus, Polar Electro (Finland), per enregistrar l'evolució de la freqüència cardíaca cada 5 segons. A la cursa de llançadora s'utilitzà una aplicació dissenyada amb Microsoft Excel i un ordinador portàtil connectat a un altaveu amb amplificador incorporat TORQUE de 30 watts Combo T30 per marcar la càrrega progressiva amb els intervals sons d'1 minut.

A continuació fem una relació del material utilitzat en el conjunt dels tests fisicotècnics; tanmateix, en l'apartat de procediment queda especificat

novament el material requerit per a cadascun dels tests.

Material: mall de 5 kg, biga GREIS (HEB) 200 de 64,9 kg amb 2 platines de 20 x 20 x 1 cm soldades als extrems, vehicle AEA amb escala extensible de 30 m de longitud i 65° d'inclinació sense recolzar, corda per assegurar el bomber en la pujada, vehicle BUP amb escala extensible de fusta amb dos trams de 4 m, paret de 10 m d'alçada, escala interior d'un edifici de 4 pisos (característiques i mides d'una torreta de maniobres) amb esglaons de 18 cm, cinta aïllant de diferents colors per marcar els esglaons, mànega de 25 cm de diàmetre, llança, llanterna, set banderoles, simulació de mànega equivalent a una mànega de 45 mm, set pneumàtics de cotxe de mides 165/75, lligats amb ganxos; tres taulons de pi de Flandes de 2 x 0,20 x 0,10 m, quatre suports de taulons, paret de 1,50 m d'alçada i de 2 cm de gruix, motxilla forestal amb quatre mànegues de 20 mm (80 m), equip d'excarceració, paret d'1 m 30 cm x 2 m amb 9 marques, calaix de fusta de 25 cm x 40 cm x 130 cm, cronòmetre, xiulet, cinta mètrica, guix, i orelleres pel soroll.

A continuació fem una relació completa dels EPI requerits per al conjunt de tests fisicotècnics: casc, jaquetó, cobrepantaló, bota industrial, bota forestal, bota de cuir, ERA, guants, arnès i mosquetó. En la descripció de cadascun dels tests s'especifica la indumentària requerida.

La prova maximal directa prèvia als tests fisicotècnics va permetre conèixer la relació entre els paràmetres de consum màxim d'oxigen i la freqüència cardíaca per a cada subjecte. La determinació de la potència aeròbica màxima (PMA) es va determinar corrent sobre un tapís rodant (Laufergotest LE76, JAEGER, Alemanya), amb un pendent fix del 0%. Es considera la PMA com la velocitat que correspon amb l'obtenció d'un altiplà en el consum d'oxigen, o bé, el consum d'oxigen que correspon amb l'última velocitat suportada pel subjecte.

Les mesures dels paràmetres respiratoris es van realitzar en temps real gràcies a un sistema de màscara amb vàlvules, d'espai mort reduït, que separa l'aire inspirat de l'expirat. El circuit respiratori està connectat a un sistema automatitzat de mesura de l'intercanvi de gasos model EOS SPRINT (JAEGER, Alemanya), que té un pneumotacòmetre, un analitzador ràpid d'O<sup>2</sup> (paramagnètic) i un analitzador de CO<sup>2</sup> (cèl·lula a absorció d'infraroig). Existeix un sistema de calibratge del pneumotacòmetre i dels analitzadors d'O<sup>2</sup> i CO<sup>2</sup> que consisteix en una xeringa calibrada a 2 litres i en una ampolla que conté una mescla de gasos coneguda. Abans de ca-

da prova sempre es va realitzar un calibratge de tot el sistema. Aquest sistema ha permès el càlcul de la freqüència ventilatòria, el volum corrent, la fracció espirada d'O<sup>2</sup>, la fracció espirada de CO<sup>2</sup>, la ventilació, el quocient respiratori i el consum d'oxigen.

La freqüència cardíaca va quedar enregistrada gràcies a tres elèctrodes autoadhesius col·locats a nivell mig de l'estèrnum i al costat dret i esquerre a nivell del tòrax, fora de les masses musculars. Els elèctrodes es connecten a un monitor HELLIG Servocard Monitor Compacte SMS 181, que permet un control continu de l'activitat elèctrica cardíaca; a més a més, els subjectes portaven un pulsímetre amb memòria SPORT PE3000, que recullia la freqüència cardíaca de forma contínua i guardava en la memòria un valor mitjà cada 5 segons.

Es van extreure mostres per a la determinació de la concentració de lactat en sang, en tots els tests administrats (test físics de selecció, fisico-tècnics i de laboratori); es van realitzar a nivell del lòbul de l'orella per analitzar el lactat sanguini per mètode fotoenzimàtic utilitzant un espectrofotòmetre HITACHI 4020. Es va obtenir una mostra en repòs i una altra als 3, 5 i 7 minuts de finalitzar l'exercici, amb la finalitat d'enregistrar la màxima concentració postesforç.

## 2.4. PROCEDIMENTS EXPERIMENTALS

Abans de l'inici dels tests, tots els bombers van dur a terme un escalfament estandarditzat de 10 minuts de durada.

### 2.4.1. Tests físics de selecció

Amb l'objectiu de facilitar la participació dels 47 bombers es van realitzar les proves físiques de selecció en tres parcs de bombers diferents (Reus, Girona i Igualada), i en tres dies diferents.

#### 2.4.1.1. *Circuit d'agilitat*

Es va permetre que els bombers realitzessin el circuit d'agilitat per familiaritzar-s'hi un cop realitzat el protocol d'escalfament. Després de 5 minuts de recuperació, els bombers van iniciar el circuit d'agilitat fent dos intents amb una pausa de 8 minuts, i 20 minuts després van començar la cursa de llançadora. Durant la realització d'aquests tests físics els bombers es van

hidratar *ad libitum*.

El circuit d'agilitat és un test amb un recorregut prefixat, en què hi ha exercicis de coordinació dinàmica general: salts, equilibri dinàmic, acrobàcies i desplaçaments en diferents sentits i direccions (canvis d'orientació en l'espai). Es mesura l'agilitat general del bomber (figura 2.3).

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** l'executant es col·loca davant la línia de sortida (S), assegut a terra, amb les cames en una flexió de 90 graus i amb contacte de mans i peus al terra.

**Desenvolupament de la prova:** un cop l'avaluador ha fet el senyal es posa en marxa el cronòmetre i l'executant inicia la prova. Ha de passar pel costat d'un con, que deixa a la seva dreta, i situat al costat d'un matalàs on realitza una tombarella agrupada frontal (1). A continuació es dirigeix cap a la tanca T1 a 90 cm d'alçada, que ha de passar pel davant, girar cap a l'esquerra i passar-hi per sota (2). Després cal córrer cap al plint piramidal de 5 calaixos (3), que ha de superar amb recolzament o sense. A continuació s'ha de dirigir cap a la tanca T2 a 90 cm d'alçada, que deixa a la seva dreta, ha de girar a la dreta i passar per sota de la tanca (4). Després es dirigeix frontalment cap a la tanca T1, que passa per sobre (5), i recull un sac de 20 kg amb dues nanses (6), que es posa sobre les espatlles i el transporta durant un recorregut de 20 m limitat per dos cons. En traspasar la línia d'arribada s'atura el cronòmetre i es registra el temps invertit.

**Normes:** no es pot trepitjar la línia de sortida abans de començar la prova. En el transcurs de la prova no es pot tombar cap obstacle. La tombarella s'ha de fer sobre l'eix transversal del tronc.

**Valoració:** es van fer dos intents, no consecutius, i es va anotar el millor temps.

**Figura 2.2.** Un bomber portant un sac en la fase final de la prova d'agilitat.



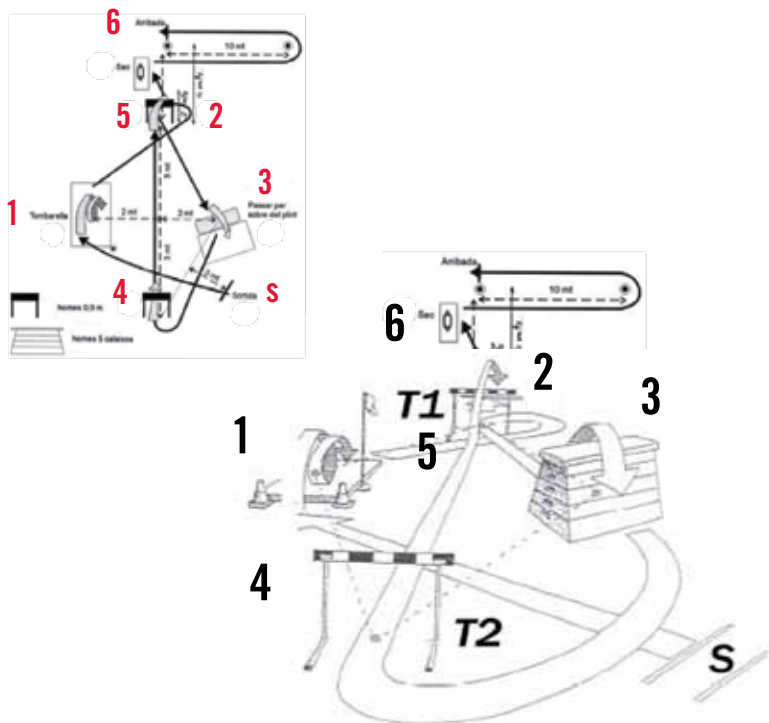


Figura 2.3. En la imatge superior queda representat el circuit d'agilitat.

#### 2.4.1.2. Cursa de llançadora

- **Descripció de la prova:**

La cursa de llançadora (*course navette* de Léger i Gadoury, 1989, modificada a 5 km/h) és un test de càrrega progressiva amb segments d'1 minut de durada i que es porta fins a l'esgotament del bomber. Es realitza en una superfície plana amb dues línies paral·leles marcades a 20 m de distància. (figura 2.4 cursa de llançadora).

**Figura 2.4.** *Cursa de llançadora de selecció de la mostra al parc de Reus.*



**Posició de sortida:** els bombers es col·loquen darrere d'una de les línies de sortida a 1 m de distància l'un de l'altre.

**Desenvolupament de la prova:** la prova comença a una velocitat de 5 km/h i s'incrementa progressivament cada minut en 0,5 km/h; els bombers s'han de desplaçar fins a la línia oposada, trepitjar-la i tornar. El ritme és imposat per un sistema acústic indicat per una aplicació informàtica, que a intervals sonors marca la freqüència imposada. S'ha de procurar trepitjar la línia coincidint amb el senyal sonor. El test finalitza quan el bomber és incapaç de seguir el ritme imposat. La velocitat corresponent a l'últim tram és la intensitat màxima, i el temps emprat, el volum màxim del bomber. El  $VO_{2max}$  pot calcular-se de forma indirecta amb la fórmula següent:  $VO_{2max}$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) =  $4,73 \cdot vel - 10,24$ ;  $r=0,861$ ;  $p<0,001$ ;  $SEE=4,28$  (Estudi CAR i Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil, 2002).

### 2.4.2. Tests fisicotècnics

Els tests fisicotècnics es van portar a terme en el parc de bombers de Bellaterra (Barcelona) amb la mostra 2 ( $n=21$ ). L'alternança de les proves es va justificar en relació amb el tipus teòric de sol·licitació fisiològica. Tenint en compte



que les proves requereixen d'habilitat (aspectes tècnics), resistència, força, potència i agilitat, es van proposar els aspectes tècnics i de força a l'inici, alternant el treball de braços i cames i el de força amb el de resistència. Així, l'ordre va ser el següent:

- transportar, pujar i baixar una escala extensible
- colpejar amb un mall
- arrossegar una mànega
- pujar i baixar una autoescala
- pujar i baixar 4 pisos d'una torreta
- circuit fisicotècnic d'agilitat
- treball amb eines pesants (equip d'excarceració)
- marxa de llançadora amb motxilla forestal

Les proves es van portar a terme durant tres dies: 8 bombers el primer dia, 9 el segon i 6 el tercer. La durada total de les proves va oscil·lar entre 3h i 3h 30'. Entre cada prova hi va haver una pausa mínima de 10 minuts i una màxima de 40 minuts; aquesta diferència va ser deguda a la durada variable de cadascun dels tests. La temperatura ambient mitjana a l'ombra va oscil·lar entre 32° i 35° i la humitat relativa de l'aire entre el 35% i el 45%.

#### 2.4.2.1. *Colpejar amb un mall*

**EPI:** casc, jaquetó, cobrepantaló, bota industrial i guants.

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** el bomber amb l'EPI corresponent, comença des d'una posició dempeus.

**Descripció:** al senyal de l'avaluador el bomber colpeja amb un mall una biga col·locada a terra perpendicularment a la línia de sortida i fa desplaçar la biga fins que l'extrem contrari per on no es colpeja arriba a una línia situada a dos metres. Únicament es colpeja per l'extrem més allunyat de la línia de sortida (*figura 2.5*).

**Material:** un mall de 5 kg, una biga GREIS (HEB) 200 de 64 kg amb 2 platines de 20 x 20 x 1 cm soldades als extrems, un cronòmetre, un xiulet, una cinta mètrica, guix, orelles pel soroll.

**Objectiu:** resistència a la força elásticoexplosiva, resistència muscular local dinàmica, habilitat.



**Figura 2.5.** Test de colpejar una biga amb un mall

#### 2.4.2.2. *Pujar i baixar una autoescala*

**EPI:** casc, jaquetó, cobrepantaló, bota industrial, guants, arnès i mosquetó.

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** el bomber, amb l'EPI corresponent i amb arnès i mosquetó, s'asseu a la part de darrere de la cabina d'un camió model AEA.

**Descripció de la prova:** al senyal de l'avaluador, el bomber surt de la part de darrere del camió i es dirigeix cap a l'escala del camió que està estesa (30 m de longitud) amb una inclinació de 65° i sense estar recolzada enlloc. Llavors, s'assegura a la corda del fiador, i puja l'escala fins a dalt de tot. Una vegada a dalt crida «Ja!» i aixeca un braç. A partir d'aquest moment es compten 30", temps en què ha d'assegurar-se amb el mosquetó al travessar de l'escala i deslliurar-se'n. Espera que l'avaluador faci sonar el xiulet, i baixa per l'escala. Quan ambdós peus toquen a terra, el cronòmetre s'atura. El bomber no pot aturar-se ni pujant ni baixant (figures 2.6).

**Material:** AEA (longitud 30 m i inclinació 65°) sense està recolzada, corda per assegurar el bomber en la pujada, cronòmetre i xiulet.

**Objectiu:** equilibri dinàmic, agilitat, resistència muscular general dinàmica, habilitat.





**Figura 2.6.** Seqüència de l'execució del test en l'autoescala des de la pàgina anterior, d'esquerra a dreta i de dalt a baix. Camió model AEA. Escala de 30m amb 65° d'inclinació. Bomber assegurant-se abans de pujar a l'escala. Bomber pujant l'autoescala. Bomber acostant-se en el tram final. Bomber fent el senyal una vegada ha arribat a l'extrem de l'escala.

### 2.4.2.3. Pujar i baixar 4 pisos d'una torreta

**EPI:** casc, jaquetó, cobrepantaló, bota industrial, guants i ERA.

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** el bomber, amb l'EPI corresponent i una llanterna, s'asseu a la part de darrere de la cabina d'un camió model BUP que està situat a 10m de la porta de la torre de maniobres.

**Desenvolupament de la prova:** el bomber, al senyal de l'avaluador (xiulet), surt del camió i es posa l'ERA, que està situat a l'armari lateral del camió. Agafa una mànega A enrotllada i una llança de 25 mm i es dirigeix fins a la torre de maniobres i puja fins al 4t pis, treu el cap per una finestra, aixeca un braç i baixa. En sortir de la torre arriba a un passadís marcat amb banderoles d'1 m d'amplada. Als 3 m entra en una zona marcada al terra de 2 m. En el mateix moment que el bomber trepitja aquesta zona se li indica amb senyals fets amb els braços una de les direccions següents: dreta (braç a la dreta), endavant (ambdós braços amunt) o esquerra (braç a l'esquerra) i continua corrent pel passadís

que s'ha indicat sense sortir del camí marcat amb cap peu, escollint entre els tres possibles, fins a tocar una banderola situada al final del recorregut, moment en què s'atura el cronòmetre. El test es realitza a la màxima velocitat possible. En cas de cometre alguna incorrecció es considera nul. Finalment deixa tot l'equip (mànega, llança i ERA) en una zona delimitada prèviament a la part posterior del camió (fig. 2.7).

**Material:** camió BUP, escala interior d'un edifici de 4 pisos (característiques i mides d'una torreta de maniobres), esglaons de 18 cm, mànega A (25 mm de diàmetre) i llança, llanterna, banderoles (7), cronòmetre, xiulet, cinta mètrica i guix.

**Objectiu:** resistència muscular general dinàmica, resistència a la força muscular local, resistència a la velocitat cíclica, capacitat de reacció, agilitat.

**Observacions:** 4 pisos és un estàndard dels edificis a Catalunya.









**Figura 2.7.** Seqüència de l'execució del test de pujar i baixar 4 pisos d'una torreta. De la pàgina 115 a la 117, d'esquerra a dreta i de dalt a baix. Camió model BUP. El bomber col·locant-se l'equip ERA. Dirigit-se cap a la torreta. Bomber fent el senyal d'arribada al 4t pis. Visió general de l'acció de presa de decisió en condicions de fatiga un cop el bomber ha baixat de la torreta. L'investigador (Jaume Mirallas) marcant "esquerra" al bomber, en la fase de presa de decisió en condicions de fatiga de la prova.

#### 2.4.2.4. *Arrossegar una mànega*

**EPI:** casc, jaquetó, cobrepantaló, bota industrial, guants.

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** el bomber, amb l'EPI corresponent, des d'una posició dempeus i sense trepitjar la línia de sortida, agafa una mànega que va enganxada a uns pneumàtics.

**Desenvolupament de la prova:** el bomber, al senyal de l'avaluador, avança en línia recta 20 m (marcats prèviament) arrossegant una simulació de mànega. Tant a la sortida com en tot el recorregut el bomber camina endavant. Quan arriba al final dels 20 m s'atura el cronòmetre (*fig. 2.8*).

**Material:** simulació de mànega (equivalent a una mànega de 45 mm), 7 pneumàtics de cotxe de mides 165/75 lligats amb ganxos, i una corda lligada a una mànega; cronòmetre, xiulet, cinta mètrica i guix.

**Objectiu:** resistència a la força explosiva, resistència a la velocitat cíclica.

**Observacions:** la superfície del terra és d'asfalt o ciment. La força de tracció és equivalent a la resistència que ofereixen 7 pneumàtics de 30 kg.





**Figura 2.8.** *Tres imatges durant l'execució del test de simulació d'arrossegament de mànegues.*

#### 2.4.2.5. *Circuit fisicotècnic d'agilitat*

**EPI:** casc, jaquetó, cobrepantaló, bota industrial, guants.

- **Descripció de la prova:**

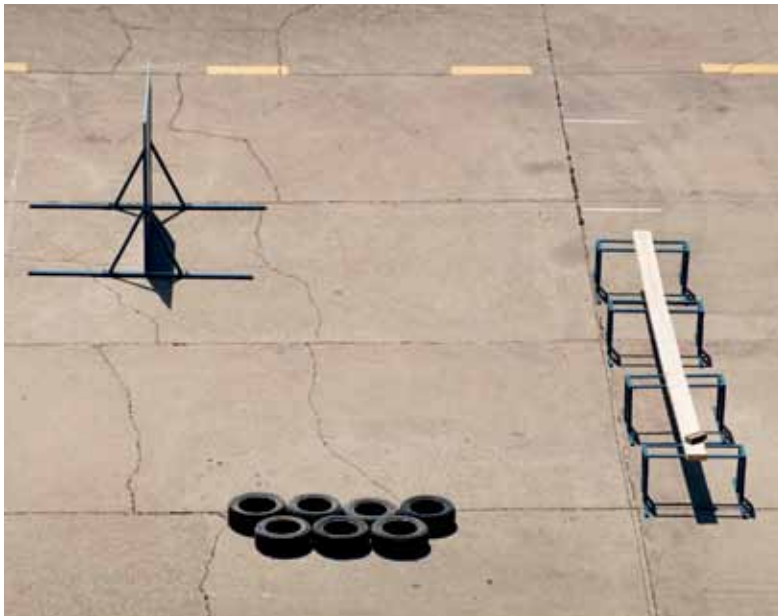
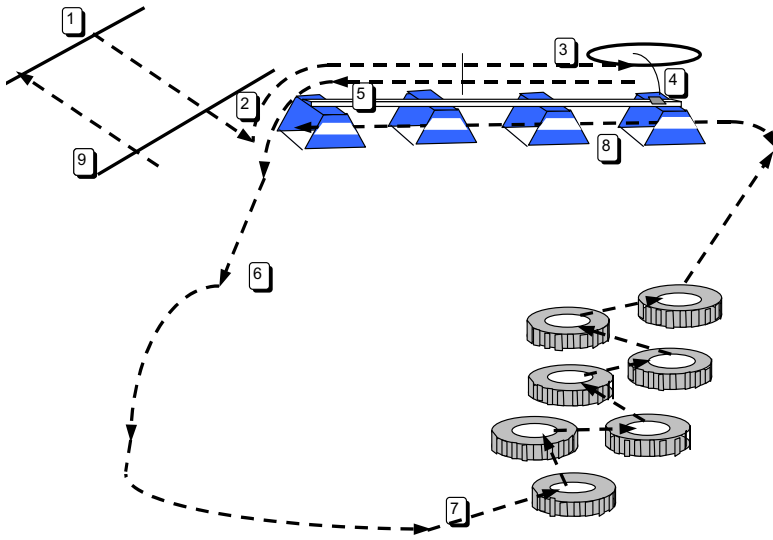
**Posició inicial:** el bomber, amb l'EPI corresponent, se situa assegut darrere la línia de sortida (1).

**Desenvolupament de la prova:** el bomber, al senyal de l'avaluador, s'aixeca i es dirigeix cap a un tauló disposat horitzontalment a una alçada de 50 cm del terra (2). El bomber hi puja damunt amb els dos peus i camina per sobre el tauló cap endavant sense caure fins arribar al final (3). Allí agafa un maó que hi ha a sobre del tauló, torna a aixecar-se, i el llança dins d'un cercle situat a un costat (4). Després torna pel tauló de nou fins al punt on ha pujat, sense caure (5), i baixa del tauló. Després ha de córrer fins a una paret i passar-hi per sobre (6). Continua per una zona de pneumàtics (7), que ha de trepitjar sense tocar a terra. Arriba de nou al tauló i ha de passar per sota tota la longitud del tauló fins a sortir per l'altre extrem (8). En sortir-ne, s'ha de posar a la gatzoneta (9) (ambdós peus junts i els genolls flexionats al màxim) abans d'una línia situada al terra i avançar fent salts en aquesta posició lateralment i sense perdre la postura fins arribar a l'altra línia situada 3 m més enllà (10), que marca el final del test i del temps (*fig. 2.9*).

**Material:** tauló de pi de Flandes (3), de dimensions 2 x 0,20 x 0,10 m; suports de taulons (4), paret de 1,50 m d'alçada i de 2 cm de gruix, pneumàtics (7), cronòmetre, xiulet, cinta mètrica i guix.

**Objectiu:** agilitat, temps de reacció, velocitat de desplaçament, equilibri dinàmic, coordinació dinàmica general, habilitat.

**Observacions:** la superfície ha de ser d'asfalt o ciment. Distàncies: 5-6: 5 m; 6-7: 5,30 m; final 7-8: 2 m; 4-centre cercle: 2 m; 9-10: 3 m.









**Figura 2.9.** *Seqüència de l'execució del circuit fisicotècnic d'agilitat des de la pàgina 121 fins la 124 d'esquerra a dreta i de dalt a baix. Visió general de la prova. Posició de sortida. Fase de caminar sobre el tauló. El bomber es disposa a agafar un maó per tirar-lo dins d'un cercle. Zona de pneumàtics. Bomber passant per sota els taulons. Zona on s'ha de superar una paret. Última fase de la prova de salts laterals sense perdre l'equilibri.*



### 2.4.2.6. *Transportar, pujar i baixar una escala extensible*

**EPI:** casc, guants i botes de cuir.

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** el bomber, amb l'EPI corresponent, s'asseu a la part de darrere de la cabina d'un camió model BUP.

**Desenvolupament de la prova:** el bomber, al senyal de l'avaluador (xiulet), ha de baixar del camió i pujar-hi per treure del sostre una escala extensible (escala de fusta B). Ha de baixar l'escala, transportar-la durant 20 m sense arrossegar-la en cap moment, fins a una paret. El bomber la desplega fins a una alçada d'11 travessers i la recolza a la paret, havent de quedar les sabates de l'escala més enllà d'1,40 m de la paret, distància que es delimita amb una línia. El bomber puja per l'escala, assegurat per un altre bomber, fins arribar al travesser núm. 12 amb els dos peus i ha de baixar fins a tocar amb els dos peus a terra. Després, el bomber s'ha de situar a la part interior de l'escala i pujar per la part interior fins arribar amb les dues mans a agafar l'esglaó núm. 10. Llavors es queda penjant, sostenint el pes del seu cos només amb les dues mans. Quan l'avaluador li faci el senyal (xiulet), ha de baixar un esglaó només amb les mans, de manera que quedi penjat de les mans a l'esglaó núm. 9. El bomber ha de mantenir aquesta posició durant 10 segons. Passat aquest temps, l'avaluador torna a xiular i el bomber baixa de l'escala i la recull, la transporta sense arrossegar-la fins al camió, la puja al sostre per deixar-la fixada en el seu suport. Després baixa del camió i quan estiguin ambdós peus a terra s'atura el cronòmetre i finalitza la prova. (*fig. 2.10*).

**Escala d'alumini:** si l'escala és d'alumini s'ha de desplegar fins a 12 travessers, i al pujar per l'interior cal fer-ho fins a l'esglaó núm. 10. La resta de la prova és exactament igual.

**Material:** camió BUP, escala extensible de fusta (amb dos trams de 4 m), paret de 10 m d'alçada, cronòmetre, xiulet, cinta mètrica, guix, cinta aïllant de diferents colors per marcar els esglaons.

**Objectiu:** habilitat, equilibri dinàmic, força relativa isomètrica del tren superior, resistència muscular general dinàmica, agilitat.

**Observacions:** la superfície ha de ser d'asfalt, ciment o terra.









**Figura 2.10.** *Seqüència de l'execució del circuit fisicotècnic de transportar, pujar i baixar una autoescala extensible des de la pàgina anterior i d'esquerra a dreta i de dalt a baix. El bomber treu l'escala del sostre del camió. Fase de trasllat de l'escala fins a la zona de la paret. Les dues fotografies següents mostren l'acció de desplegar l'escala. Un cop s'ha pujat i baixat l'escala el bomber es queda penjat per la part interior de l'escala. Finalment el bomber haurà de traslladar l'escala fins el camió per finalitzar la prova.*



### 2.4.2.7. *Marxa de llançadora amb motxilla forestal*

**EPI:** bota forestal.

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** els bombers, amb l'EPI corresponent, des d'una posició dempeus es col·loquen darrere una de les línies de sortida, a 1 m de distància entre bombers. Van carregats amb una motxilla forestal de 25 kg (4 mànegues de 20 m).

**Desenvolupament de la prova:** la prova comença a una velocitat de 5 km/h i s'incrementa progressivament cada 3 minuts en 0,5 km/h. Els bombers es desplacen fins a la línia oposada, la trepitgen i tornen. S'ha de trepitjar la línia cada vegada que s'arriba al límit dels 20 m, fent mitja volta, pivotant sobre un peu i coincidint amb el senyal acústic. El desplaçament ha de ser en línia recta cap endavant sempre, i cada un pel seu passadís sense interrompre l'execució dels altres companys. El ritme és imposat per un sistema acústic indicat per una aplicació informàtica, que a intervals sonors, marca la freqüència imposada. S'ha de procurar trepitjar la línia coincidint amb el senyal sonor (*fig. 2.11*).

La prova acaba quan el subjecte és incapaç de seguir el ritme imposat. La velocitat corresponent a l'últim tram es considera com la velocitat màxima aeròbica. Per mitjà de l'equació següent:  $VO_{2max} = VMA \text{ (km/h)} * 6,0 - 24,4$ , podem calcular de forma indirecta el consum màxim d'oxigen ( $VO_{2max}$ ), la intensitat màxima i el temps emprat, el volum màxim del subjecte.

**Valoració:** s'anota el temps total emprat del subjecte i la velocitat a la qual ha arribat. Aquest resultat és un índex de potència aeròbica màxima ( $VO_{2max}$ ). Per mitjà d'un pulsímetre, s'enregistra la freqüència cardíaca cada 5 segons.

**Equip:** només bota forestal

**Material:** motxilla forestal amb 4 mànegues de 20 mm (80 m), cronòmetre, xiulet, cinta mètrica, guix.

**Límit de temps:** 15'.

**Objectiu:** resistència aeròbica, *endurance*.

**Observacions:** es pot fer en grups. 50 desplaçaments = 25 llançadora. 15" cada 25 m.

Estimació temps total per a 1 bomber: 20'.



*Figura 2.11. En la imatge superior s'observa un grup de bombers durant la realització del test fisicotècnic de la cursa de llançadora amb motxilla forestal. En la imatge inferior veiem les motxilles forestals de 25 kg.*

#### 2.4.2.8. *Treball amb eines pesants (equip d'excarceració)*

**EPI:** casc, jaquetó, cobrepantaló, bota industrial i guants.

- **Descripció de la prova:**

**Posició inicial:** el bomber, amb l'EPI corresponent i l'equip d'excarceració de 25 kg a les mans, se situa dempeus i de cara a una paret situada a 40 cm, de la qual el separa una capsa de fusta de 25 cm d'alçada.

**Desenvolupament de la prova:** el bomber, al senyal de l'avaluador ha de moure l'equip d'excarceració fins a tocar el senyal marcat amb el núm. 1 a la paret, i ha de mantenir la posició fins que se li faci un senyal (cada 10 segons), i canviï la posició de "l'equip d'excarceració" fins a tocar el punt núm. 2. Així, ha de continuar seguint l'ordre de numeració i passar per totes les 9 marques de la paret, i tornar a la núm. 1 després de la 9, fins que el bomber no pugui continuar o se li comunicui que el test ha acabat (4' 30"). Durant la realització del test el bomber pot moure els peus, però no pot apropar-se a la paret amb els peus a una distància menor de 40 cm (*fig. 2.12*).

**Material:** equip d'excarceració, paret (1,30 m x 2 m) amb 9 marques, calaix de fusta de 25 cm x 40 cm x 130 cm, cronòmetre, xiulet, cinta mètrica i guix.

**Objectiu:** resistència a la força submàxima, equilibri estàtic.

**Figura 2.12.** En la imatge de l'esquerra s'observa el bomber preparat amb l'equip d'excarceració. En la foto del centre durant la realització del test. En la dreta durant un moment de la valoració.



### 2.4.3. Test de laboratori

#### 2.4.3.1. Prova d'esforç amb cinta ergomètrica

- **Descripció de la prova:**

La prova comença a una velocitat de 5 km/h. Cada minut s'incrementa la velocitat en 0,5 km/h, i es manté el pendent de la cinta a 0% durant tota la prova. La prova s'acaba quan el bomber és incapaç de mantenir la velocitat imposada per la cinta ergomètrica. S'agafa com a referència de PMA la velocitat que correspongui amb l'obtenció d'un altiplà en el consum d'oxigen o, en el seu defecte, l'última velocitat suportada pel bomber.

Els paràmetres mesurats són la freqüència cardíaca (FC), ventilatòria (BF), el volum corrent (VT), la fracció espirada  $O_2$  (FEO<sub>2</sub>), la fracció espirada de  $CO_2$  (FECO<sub>2</sub>), la ventilació (VEbtps), el quocient respiratori (RQ) i el consum d'oxigen (VO<sub>2</sub>), lactat per micromètode.

#### 2.4.3.2. Valoració de la composició corporal

- **Descripció de la prova:**

Als bombers seleccionats per realitzar la prova d'esforç en cinta ergomètrica al CAR i els tests fisicotècnics, se'ls va efectuar un estudi antropomètric amb determinació de:

- El pes corporal (bàscula romana amb una precisió de 100 g), la talla (tallímetre fixat a la paret amb una precisió d'1 mm).
- L'espessor de 8 plecs cutanis (plicòmetre Harpenden que exerceix una pressió constant entre les pinces de 10 g/mm<sup>2</sup>, amb una sensibilitat de 0,2 mm, de John Bull, British Indicators Ltd., UK).
- Els perímetres a nivell abdominal i dels malucs (cinta mètrica metàl·lica, flexible i inextensible, amb una precisió d'1 mm, de Rosscraft, Canadà).

Els 8 plecs cutanis valorats van ser els següents. Tríceps: situat en el punt mig acromiolarial de la part posterior del braç; el plec és vertical i paral·lel a l'eix longitudinal del braç. Subescapular: just per sota de l'angle inferior de l'escàpula en direcció obliqua cap avall i enfora, formant un angle de 45° amb l'horitzontal. Bíceps: en el punt mig acro-

mioradial de la part anterior del braç; el plec és vertical i paral·lel a l'eix longitudinal del braç. lleocrestal (*cresta ilíaca*): just per sobre i per davant de la cresta ilíaca en la línia mitjana axil·lar; el plec forma un angle de 45° amb l'horitzontal. És important considerar que, per aconseguir una major fiabilitat d'aquesta mesura, el membre superior dret ha de col·locar-se creuant el pit i amb la mà descansant en l'espatlla esquerra. Supraespinal (*supraïlac anterior*): s'ha de localitzar en la intersecció formada per la línia de l'extrem superior de l'íleus i una línia imaginària des de l'espina ilíaca anterosuperior (EIAS) dreta fins a l'extrem axil·lar anterior. El plec, seguint la direcció de les línies de tensió de la pell, forma un angle de 45° cap avall amb l'horitzontal. En adults, aquest punt està uns 5-7 cm per sobre de l'EIAS. Abdominal: situat a la dreta de la cicatriu umbilical. El plec és vertical i és molt important que no inclogui el teixit del melic. Alguns autors aconsellen utilitzar una mesura de referència de 3-5 cm. Cuixa anterior: en el punt mitjà de la distància entre el trocànter major del fèmur i el punt més proximal i lateral de la superfície glenoidal del cap tibial. El plec és longitudinal i es pren amb el subjecte assegut, amb els peus recolzats al terra i els genolls formant un angle de 90°. Cama medial: es localitza en la cara medial a nivell de la màxima circumferència de la cama. S'agafa amb el subjecte assegut, en la mateixa posició que el de la cuixa.

Per fer l'estimació de la massa de greix es va utilitzar la fórmula proposada per Yuhasz i Faulkner (1962, citat per Carter, 1982).

## 2.4.4. Test de camp per a la mostra 2 (n=21).

### 2.4.4.1 *Pressió sobre banc*

- **Descripció de la prova:**

S'organitza el grup de bombers amb un ordre d'execució rotatiu del test i es fa un escalfament previ a la prova amb aquest ordre. En l'escalfament es fan dues sèries (una sèrie en cada rotació) de 12 repeticions amb la barra o halter (10 kg) i 2 discos de 5 kg. Les repeticions han ser continuades sense aturar-se i amb una flexoextensió completa dels braços. El temps de pausa entre sèries ha de ser entre 3' i 15'.

**Posició inicial:** el bomber es col·loca en decúbit supí (panxa enlaire), amb una flexió de maluc d'uns 90° i flexió de genolls de 90°, o bé únicament amb flexió de genolls i, per tant, amb els peus tocant a terra (*fig 2.13*). Presa palmar amb la possibilitat de fer-la de ganxo o no (quan el dit gros tanca la presa). L'amplada de la presa és la que correspon a l'amplada en què queden les mans, quan el subjecte està en una abducció de braços de 90° i en flexió de colze de 90°.

L'halter es situa sobre els suports que hi ha al banc per a aquesta funció i amb els discos carregats. No calen abraçadores per subjectar els discos.

**Desenvolupament de la prova:** la prova comença en el moment que el bomber treu dels suports l'halter carregat amb 50 kg i el cronòmetre es posa en marxa per enregistrar el temps d'execució de l'exercici.

El bomber realitza com a mínim 3 repeticions completes i com a màxim tantes repeticions com pugui amb 50 kg en una sola sèrie. Es considera una repetició completa quan es fa una extensió completa dels colzes seguida d'una flexió fins que l'halter toqui el pit.

La prova finalitza en el moment que el bomber hagi realitzat les tres repeticions mínimes exigides o no pugui realitzar més repeticions i s'aturi el cronòmetre. La postura final és igual que la postura inicial. El bomber deixa l'halter en els suports corresponents i el test ha acabat.

**Objectiu:** resistència a la força submàxima, força general d'una part de la musculatura del tren superior (pectoral major, tríceps braquial, deltoide anterior).

**Material:** banc dissenyat especialment per a l'exercici de pressió per a pectoral amb les mides següents: alçada del banc 45 cm, llargada del banc 116 cm, amplada entre els suports 99 cm i alçada dels suports 90 cm; 1 halter (10 kg), 2 discos de 5 kg i 2 discos de 20 kg; un cronòmetre, i magnèsia.

**Observacions:** en relació amb la posició de partida, tot i que pot ser més higiènic per a la columna lumbar fer una flexió de maluc, en les valoracions és recomanable recolzar els peus a terra per guanyar estabilitat.

**Observacions:** si una repetició no és completa, no es compta com a bona. No es poden aixecar els malucs del banc. Només hi ha un intent. El temps màxim per a realitzar la prova es d'1'. Per a la seguretat del bomber es col·loquen dos companys a cada costat. No es poden fer servir guants.





**Figura 2.13.** Posició inicial i final del test de valoració Pressió sobre banc horitzontal.

### 2.4.5. Tractament estadístic

En aquest estudi de disseny observacional, amb una mostra 1 de  $n=47$  i una mostra 2 de  $n=21$ , de subjectes tots ells homes de professió bombers de la Generalitat de Catalunya, es va utilitzar un programari SPSS v.15 per al processament i l'anàlisi de dades i la interpretació estadística dels resultats. Variables en estudi.

Les variables d'aquest estudi tenen tres components:

- Antropomètriques.
- Condició física (dels tests físics de selecció de la mostra 1 i dels tests físics de la mostra 2).
- Condició fisicotècnica (de les valoracions dels tests fisicotècnics).

En la *taula 3.1* del capítol 3 corresponent als resultats, s'han presentat totes les variables en estudi.

Els passos seguits en el procés de valoració, anàlisi i interpretació de resultats van ser els següents:

#### 2.4.5.1. Estadística descriptiva

- a. Mitjanes, desviacions típiques (DS), valors mínims (mín) i màxims (màx), i intervals de confiança i número e la mostra (n).
- b. Taules
- c. Gràfics:
  - c.1. El diagrama de caixa i bigotis o parcel·la (Boxplots), repre-

senta gràficament grups de dades numèriques per mitjà del mínim de la mostra, menor quartil (Q2), superior quartil (Q3), i el màxim de la mostra. El diagrama mostra les diferències entre poblacions i l'espai entre les diferents parts de la caixa permet identificar el grau de dispersió (extensió) i obliquïtat de les dades, així com els valors atípics.

- c.2.** Gràfics de dispersió
- d.** Estadística inferencial (relaciones entre variables):
  - d.1.** Exploració i depuració de les dades, detecció dels valors atípics. Homogeneïtzació i estandardització de la mostra, línia de base. Proves de normalització de dades: es va utilitzar la prova Shapiro-Wilk per a un valor de  $n < 50$ .
  - d.2.** Estudi de l'homogeneïtzació de la varianza. Prova de Levene.
  - d.3.** Comprovació de l'existència de diferències significatives entre els valors mitjans de les variables en estudi. Prova T (mostres relacionades).

### 2.4.5.2. Relacions i modelització estadística

Per a la modelització estadística, es van analitzar les relacions entre les variables de condició física, fisicotècniques i de laboratori, on es van aplicar els processos estadístics següents:

#### **a. Correlació**

Es presenta el coeficient de correlació de Pearson ( $r$ ) i la seva significança bilateral i les matrius de correlacions bilaterals.

Coeficient de correlació de Pearson ( $r$ ): (\*) La correlació és significativa al nivell 0,05 (bilateral). (\*\*) La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).

#### **b. Regressió**

Es presenta un resum del model amb els seus components: ( $r$ ), R quadrat o coeficient de determinació ( $r^2$ ), R quadrat corregit o coeficient de determinació ( $r^2$ ), i l'error típic de l'estimació.

ANOVA: Es mostren els resultats de l'anàlisi de la variància ANOVA. La suma de quadrats, els graus de llibertat (GL) i la mitjana quadràtica es

mostren en dos orígens de la variació, regressió i residual. Els resultats de la regressió mostren la variació que té en compte el model. Els resultats de la part residual mostren la informació pel que fa a la variació que no té en compte el model. Els resultats per al total són la suma de la informació per a la regressió i residual. Un model amb una alta regressió en la suma dels quadrats residual indica que el model ho té en compte perquè la major variació es deu a la variable dependent. Un alt grau en la suma de quadrats indica que el model té fallides per explicar la major font de variació en la variable dependent i, per tant, s'han d'observar factors addicionals que expliquin l'alta proporció de la variació en la variable dependent.

La mitjana quadràtica és la suma dels quadrats dividit pels graus de llibertat. L'estadístic F és la mitjana quadràtica de la regressió (MSR) dividit per la mitjana quadràtica residual (MSE). Els graus de llibertat de la regressió són el numerador (df) i els graus de llibertat residuals són el denominador df per l'estadístic F. El nombre total dels graus de llibertat són el nombre de casos menys 1.

Si el valor de la significança de l'estadístic F és petit ( $>0,05$ ), llavors la variable independent juga un bon paper per explicar la variació en la variable dependent. Si el valor del nivell de significança estadístic F és més gran de 0,05, llavors la variable independent no explica la variació en la variable dependent.

Es presenten també els coeficients del model de regressió: coeficients no estandarditzats (B, error típic), coeficients estandarditzats (Beta) i els nivells de significança (t, sig.).

### **c. Gràfics**

Es presenten els gràfics de dispersió, on es mostren els mètodes d'ajust per mitjà d'una regressió lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, el coeficient de determinació ( $r^2$ ) com una mesura de la capacitat explicativa de l'equació de regressió, "R Sq linear", i els pics de pantalla (distància entre els valors individuals i la línia de tendència).



3.

# RESULTATS

---

*pàg. 139-228*



### 3. RESULTATS

En aquest capítol s'exposen els resultats de la mostra 1 (n= 47) i la mostra 2 (n= 21) per a les variables següents:

1. Antropomètriques
2. Condició física dels test de selecció de la mostra 1 i de la mostra 2
3. Condició fisicotècnica de la mostra 2

En la *taula 3.1* queden representades totes les variables en estudi.

NOM VARIABLE	INDEPENDENT (CAUSA)	DEPENDENT (EFECTE)	CLASSE DE VARIABLE	TIPUS DE VARIABLE
<b>Variables antropomètriques</b>				
<b>Gènere: 1. Home</b>			categòrica	
Edat (anys)	x		quantitativa	contínua
Pes (kg)	x		quantitativa	contínua
Altura (cm)	x		quantitativa	contínua
IMC (kg·m <sup>-2</sup> )	x		quantitativa	contínua
Sumatori de 6 plecs cutanis (mm)	x		quantitativa	contínua
Yuhasz % greix	x		quantitativa	contínua
Faulkner % greix	x		quantitativa	contínua
Perímetre abdominal (cm)	x		quantitativa	contínua
Perímetre maluc (cm)	x		quantitativa	contínua

NOM VARIABLE	INDEPENDENT (CAUSA)	DEPENDENT (EFECTE)	CLASSE DE VARIABLE	TIPUS DE VARIABLE
<b>Variables de condició física</b>				
Agilitat FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Agilitat percentil		x	quantitativa	contínua
Agilitat temps parcial (s)		x	quantitativa	contínua
Agilitat temps total (s)		x	quantitativa	contínua
Cinta rodant esglaó (núm.)		x	quantitativa	contínua
Cinta rodant FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Cinta rodant lactat màx (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Cinta rodant temps (s)		x	quantitativa	contínua
Cinta rodant Vmax (km·h <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Cinta rodant VO <sub>2max</sub> directe (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Cursa llançadora esglaó Nav (núm.)		x	quantitativa	contínua
Cursa llançadora esglaó (núm.)		x	quantitativa	contínua
Cursa llançadora FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Cursa llançadora percentil		x	quantitativa	contínua
Cursa llançadora temps (min)		x	quantitativa	contínua
Cursa llançadora Vmax (km·h <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Cursa vaivé VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc VO <sub>2max</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc 1RM Weldon Epley 198588		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc 1RM10 Mayhew 1993 1		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc lactat al 0' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc núm. (rep.)		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc temps (s)		x	quantitativa	contínua
Pressió sobre banc temps (rep.)		x	quantitativa	contínua



NOM VARIABLE	INDEPENDENT (CAUSA)	DEPENDENT (EFECTE)	CLASSE DE VARIABLE	TIPUS DE VARIABLE
<b>Variables fisicotècniques</b>				
Escala extensible $VO_{2max}$ indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )		x	quantitativa	contínua
Escala extensible FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Escala extensible lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Escala extensible lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Escala extensible temps parcial (min)		x	quantitativa	contínua
Escala extensible temps total (min)		x	quantitativa	contínua
Excarceració $VO_{2max}$ indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )		x	quantitativa	contínua
Excarceració FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Excarceració FC mitjana (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Excarceració lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Mall $VO_{2max}$ indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )		x	quantitativa	contínua
Mall FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Mall lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Mall lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Mall núm. de cops (rep)		x	quantitativa	contínua
Mall temps total (min)		x	quantitativa	contínua
Arrossegat mànegas $VO_{2max}$ indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )		x	quantitativa	contínua
Arrossegat mànegas FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Arrossegat mànegas lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Arrossegat mànegas lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Arrossegat mànegas temps total (s)		x	quantitativa	contínua
Autoescala $VO_{2max}$ indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )		x	quantitativa	contínua
Autoescala FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Autoescala FC mitjana (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Autoescala lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Autoescala lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Autoescala temps parcial (s)		x	quantitativa	contínua

NOM VARIABLE	INDEPENDENT (CAUSA)	DEPENDENT (EFECTE)	CLASSE DE VARIABLE	TIPUS DE VARIABLE
Autoescala temps total (min)		x	quantitativa	contínua
Motxilla FC mitjana (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Motxilla lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Motxilla temps total (s)		x	quantitativa	contínua
Agilitat FCmax %		x	quantitativa	contínua
Arrossegar FCmax %		x	quantitativa	contínua
Autoescala FCmax %		x	quantitativa	contínua
Escala FCmax %		x	quantitativa	contínua
Mall FCmax %		x	quantitativa	contínua
Cursa llançadora FCmax %		x	quantitativa	contínua
Excarceració FCmax %		x	quantitativa	contínua
Motxilla FCmax %		x	quantitativa	contínua
Pressió FCmax %		x	quantitativa	contínua
Tècnic agilitat FCmax %		x	quantitativa	contínua
Torreta FCmax %		x	quantitativa	contínua
Tècnic agilitat VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Tècnic agilitat FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Tècnic agilitat lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Tècnic agilitat lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Tècnic agilitat temps total (s)		x	quantitativa	contínua
Torreta VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Torreta FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Torreta lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Torreta lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )		x	quantitativa	contínua
Torreta temps parcial (s)		x	quantitativa	contínua
Torreta temps total (s)		x	quantitativa	contínua

**Taula 3.1.** En la taula queden representades el nom de les variables, l'escala de mesura, la classe, el tipus i el nivell així com si és independent (efecte) o dependent (causa) de les variables antropomètriques, de condició física dels test físics i dels test fisicotècnics.

Els resultats de cada apartat es presenten per mitjà d'estadística descriptiva (mitjanes, desviacions estàndards (DS), valors mínims (mín.) i màxims (màx.), intervals de confiança, número de la mostra (n), taules, figures i les relacions per mitjà d'estadística inferencial per a les variables antropomètriques, físiques i fisicotècniques, i com a variables independents (causa) les variables d'antropometria i com a variables dependents (efecte) les variables físiques i fisicotècniques.

### 3.1. RESULTATS DE LA MOSTRA 1 (n=47)

#### 3.1.1. Anàlisi de resultats de la mostra 1 (n=47)

En aquest apartat es presenten les característiques antropomètriques (*taula 3.2*) i de condició física (*taula 3.3 i 3.4*) de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=47), de manera que es presenten els valors mitjos, de desviació estàndard (DS), el valor màxim (màx.) i mínim (mín.), les proves de normalitat i les relacions entre variables: matrius de correlació, resum del model de regressió, coeficients i gràfica de dispersió.

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
<i>Edat (anys)</i>	23,77	61,76	38,55	9,72
<i>Pes (kg)</i>	55,00	99,00	76,09	10,40
<i>Talla (m)</i>	1,57	1,96	1,72	0,075
<i>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</i>	21,48	32,00	25,40	2,51

**Taula 3.2.** Estadístics descriptius de les variables antropomètriques: edat (anys), pes (kg), talla (m) i índex de massa corporal (IMC), de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=47).

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
<i>Agilitat temps parcial (s)</i>	11,02	16,40	13,24	1,39
<i>Agilitat temps total (s)</i>	17,85	25,55	21,12	1,95
<i>Agilitat FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	138,00	191,00	171,11	11,10
<i>Agilitat percentil</i>	0,00	100,00	49,53	29,78

**Taula 3.3.** Estadístics descriptius de les variables de la prova d'agilitat de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=47).

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
<i>Cursa de llançadora temps (s)</i>	510,00	1211,00	941,21	173,7
<i>Cursa de llançadora esglaió (núm.)</i>	8,50	20,18	15,68	2,8
<i>Cursa de llançadora velocitat màxima (vmax) en km·h<sup>-1</sup></i>	8,75	14,59	12,34	1,4
<i>Cursa de llançadora VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	25,06	60,11	46,62	8,6
<i>Cursa de llançadora percentil</i>	0,00	100,00	49,19	29,5
<i>Cursa de llançadora freqüència cardíaca màxim (FCmax) en bat·min<sup>-1</sup></i>	160,00	208,00	189,95	8,8

Taula 3.4. Estadístics descriptius de la variable Cursa de llançadora del test físic i els seus components: consum màxim d'oxigen en ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, freqüència cardíaca màxima (FCmax) en bat·min<sup>-1</sup>, temps (s), esglaió (núm.), de la mostra de bombers de la Generalitat Catalunya (n=47).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
<i>Edat (anys)</i>	0,937	47	0,140
<i>Pes (kg)</i>	0,985	47	0,802
<i>Talla (m)</i>	0,974	47	0,369
<i>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</i>	0,956	47	0,078
<i>Agilitat temps parcial (s)</i>	0,966	47	0,184
<i>Agilitat temps total (s)</i>	0,967	47	0,200
<i>Agilitat FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	0,943	47	0,024
<i>Agilitat percentil</i>	0,955	47	0,070
<i>Cursa de llançadora temps (s)</i>	0,964	47	0,152
<i>Cursa de llançadora esglaió (núm.)</i>	0,964	47	0,152
<i>Cursa de llançadora vmax (km·h<sup>-1</sup>)</i>	0,964	47	0,152
<i>Cursa de llançadora VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	0,964	47	0,152
<i>Cursa de llançadora percentil</i>	0,956	47	0,076
<i>Cursa de llançadora FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	0,711	47	0,000

Taula 3.5. Proves de normalitat per a les variables d'estudi de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=47).

Les variables van presentar una distribució normal (*taula 3.5*), excepte per a la freqüència cardíaca màxima (FCmax) en batecs per minut (bat·min<sup>-1</sup>) de la prova d'agilitat i de la cursa de llançadora ( $p=0,024$  i  $0,000$  respectivament).

### 3.1.2. Relacions entre variables de la mostra 1 (n=47)

A continuació es presenten les relacions entre les variables antropomètriques de l'edat (anys) *versus* IMC (kg·m<sup>-2</sup>).

Va existir una correlació significativa ( $r^2=0,139$  i  $p=0,010$ ) entre l'edat (anys) i l'IMC com a variable dependent (*taula 3.6*). El model per aquesta relació significativa va presentar coeficients no estandarditzats ( $B=21,6$ ,  $p=0,00$ ) per a la constant i per a la variable edat ( $B=0,096$ ,  $p=0,010$ ), presentades en la *taula 3.8*.

En la *figura 3.1* es presenta el gràfic de dispersió de les variables edat (anys) i l'IMC (kg·m<sup>-2</sup>), els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per aquest cas lineal, així com els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, i el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear=0,139".

		EDAT (anys)	IMC (kg·m <sup>-2</sup> )
<b>Edat (anys)</b>	r	1	0,373**
	Sig.		0,010
<b>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</b>	r	0,373**	1
	Sig.	0,010	

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).

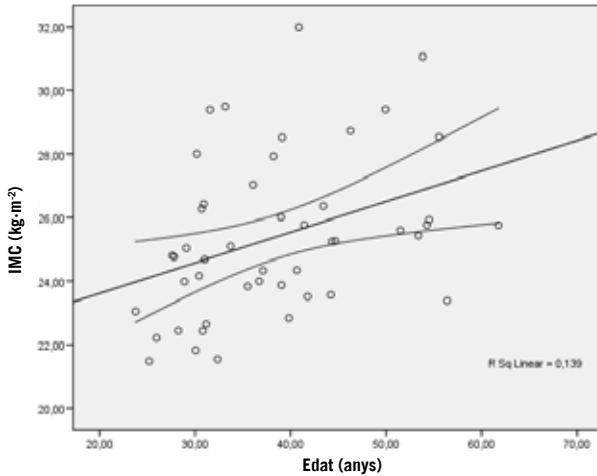
**Taula 3.6.** Correlació de Pearson ( $r$ ) amb significança bilateral entre les variables Edat (anys) i IMC (kg·m<sup>-2</sup>) per a la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=47)

MODEL	r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> CORREGIT	ERROR TÍPIC DE L'ESTIMACIÓ
1	0,373	0,139	0,120	2,35

**Taula 3.7.** Resum del model de regressió de la variable predictora edat (anys) i l'IMC (kg·m<sup>-2</sup>).

MODEL		COEFICIENTS NO ESTANDARDITZATS		COEFICIENTS ESTANDARDITZATS		T	Sig.
		B	Error típic	Beta	B	Error típic	
1	(Constant)	21,687	1,419		15,282	0,000	
	Edat (anys)	0,096	0,036	0,373	2,698	0,010	

**Taula 3.8.** Coeficients de la relació entre la variable predictora edat (anys) i l'IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ).



**Figura 3.1.** Relació entre l'edat (anys) i l'IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de la  $n=47$  dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

En la *taula 3.9* es presenten les correlacions entre les variables edat (anys) i IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) i agilitat; en la *taula 3.10* es presenten les correlacions entre les variables edat (anys) i cursa de llençadora.

N=47		EDAT (anys)	IMC (kg·m <sup>-2</sup> )	AGILITAT TEMPS PARCIAL (s)	AGILITAT TEMPS TOTAL (s)	AGILITAT FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	AGILITAT PERCENTIL
<b>Edat (anys)</b>	r	1	0,373**	0,642**	0,620**	-0,418**	0,699**
	Sig.		0,010	0,000	0,000	0,003	0,000
<b>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</b>	r	0,373**	1	0,195	0,148	-0,284	0,423**
	Sig.	0,010		0,188	0,320	0,053	0,003
<b>Agilitat temps parcial (s)</b>	r	0,642**	0,195	1	0,965**	-0,052	0,830**
	Sig.	0,000	0,188		0,000	0,729	0,000
<b>Agilitat temps total (s)</b>	r	0,620**	0,148	0,965**	1	-0,005	0,861**
	Sig.	0,000	0,320	0,000		0,975	0,000
<b>Agilitat FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</b>	r	-0,418**	-0,284	-0,052	-0,005	1	-0,267
	Sig.	0,003	0,053	0,729	0,975		0,070
<b>Agilitat percentil</b>	r	0,699**	0,423**	0,830**	0,861**	-0,267	1
	Sig.	0,000	0,003	0,000	0,000	0,070	

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).

**Taula 3.9.** Matriu de correlacions ( $r$ ) entre les variables edat (anys), IMC (kg·m<sup>-2</sup>) i agilitat (temps parcial, temps total, FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) i el percentil, de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya  $n=47$ .

		EDAT (anys)	CURSA LLANÇ. TEMPS (s)	CURSA LLANÇ. ESGLAÓ (num.)	CURSA LLANÇ. ESGLAÓ (num.)	CURSA LLANÇ. Vmax (k·h <sup>-1</sup> )	CURSA LLANÇ. VO <sub>2max</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	CURSA LLANÇ. FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )
<b>Edat (anys)</b>	r	1	-0,577**	-0,577**	-0,577**	-0,577**	-0,577**	-0,586**
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Cursa llançadora temps (s)</b>	r	-0,577**	1	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	0,532**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<b>Cursa llançadora esglaó (núm.)</b>	r	-0,577**	1,000**	1	1,000**	1,000**	1,000**	0,532**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Cursa llançadora vmax (km·h<sup>-1</sup>)</b>	r	-0,577**	1,000**	1,000**	1,000**	1	1,000**	0,532**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
<b>Cursa llanç. VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	r	-0,577**	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	1	0,532**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
<b>Cursa llanç. FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</b>	r	-0,586**	0,532**	0,532**	0,532**	0,532**	0,532**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).

**Taula 3.10.** Matriu de correlacions (*r*) entre les variables edat (anys) versus cursa llançadora en temps (s), esglaó (núm.), vmax (km·h<sup>-1</sup>), FCmax (bat·min<sup>-1</sup>), VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=47).

En la *taula 3.11* es presenta la relació de la variable de condició física entre el temps total (s) de l'agilitat i el temps total (s) de la cursa de llançadora. Hi va haver una correlació negativa significativa ( $r = -0,459^{**}$  i  $p = 0,001$ ) de l'agilitat en temps total (s) i la cursa de llançadora en temps total (s) com a variable dependent. El model per a la relació significativa presenta uns coeficients no estandaritzats ( $B = 1804,386$ ,  $p = 0,000$ ) per a la constant i per a la variable cursa de llançadora ( $B = -40,854$ ,  $p = 0,001$ ). D'altra banda, es pot predir que com més baixos els menors valors en la prova d'agilitat, els valors són majors en la cursa de llançadora.



En la *figura 3.2.* es presenta el gràfic de dispersió de la relació entre les variables agilitat temps total (s) i la cursa de llançadora (s), els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per aquest cas lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, i el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear=0,21".

VARIABLES		AGILITAT TEMPS TOTAL (s)	CURSA LLANÇ. TEMPS (s)
<b>Agilitat temps total (s)</b>	r	1	-0,459**
	Sig. (bilateral)		0,001
<b>Cursa de llançadora Temps (s)</b>	r	-0,459**	1
	Sig. (bilateral)	0,001	

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).

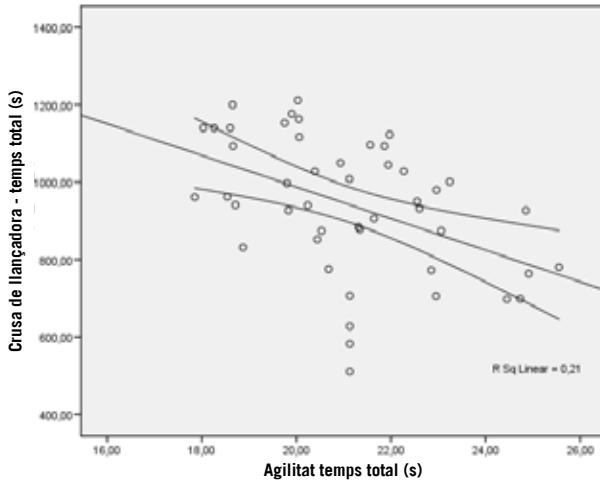
**Taula 3.11.** Matriu de correlacions de Pearson ( $r$ ) amb significança bilateral, entre les variables agilitat en temps total (s) versus cursa de llançadora en temps (s) de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=47$ ).

MODEL	r	$r^2$	R <sup>2</sup> CORREGIT	ERROR TÍPIC DE L'ESTIMACIÓ
1	-0,459	0,210	0,193	156,11

**Taula 3.12.** Resum del model amb els seus components entre la variable predictora agilitat en temps total (s) versus cursa de llançadora en temps (s) de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=47$ ).

MODEL		COEFICIENTS NO ESTANDARDITZATS		COEFICIENTS ESTANDARDITZATS		T	Sig.
		B	Error típic	Beta	B	Error típic	
1	(Constant)	1804,386	250,314		7,208	0,000	
	Agilitat temps total (s)	-40,854	11,798	-0,459	-3,463	0,001	

**Taula 3.13.** Coeficient de relació entre la variable dependent cursa de llançadora en temps total (s) versus agilitat en temps total (s), de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=47$ ).



**Figura 3.2.** Relació entre la variable predictora agilitat en temps total (s) versus cursa de llançadora en temps (s), dels bombers de la Generalitat de Catalunya (n=47).

## 3.2. RESULTATS DE LA MOSTRA 2 (n=21)

### 3.2.1. Anàlisi de resultats de la mostra 2 (n=21)

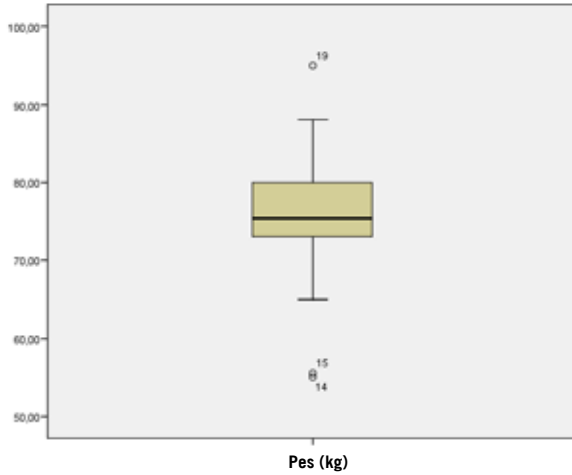
En aquest apartat es presenten les característiques antropomètriques (*taula 3.14*), les proves de normalitat (*taula 3.15*) i la distribució i comparació de les variables per mitjà del diagrama de caixa i bigotis (*entre les figures 3.3 i 3.10*) de la mostra de Bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21), i es presenten els valors mitjans, de desviació estàndard (DS), el valor màxim (màx.) i mínim (mín.), les proves de normalitat i les relacions entre variables (matriu de correlació, resum del model de regressió, coeficients i gràfic de dispersió).

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
<i>Edat (anys)</i>	25,19	61,76	39,46	9,16
<i>Pes (kg)</i>	55,00	95,00	75,44	9,53
<i>Talla (m)</i>	1,57	1,84	1,73	0,065
<i>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</i>	21,48	31,07	25,10	2,21
<i>Perímetre abdominal (cm)</i>	69,00	104,50	87,725	8,62
<i>Perímetre maluc (cm)</i>	85,50	106,10	97,11	4,8
<i>Sumatori 6 plecs cutanis (mm)</i>	29,50	163,30	82,40	32,19
<i>Yuhasz (%)</i>	5,69	20,50	11,61	3,89
<i>Faulkner (%)</i>	9,13	25,15	15,20	3,90

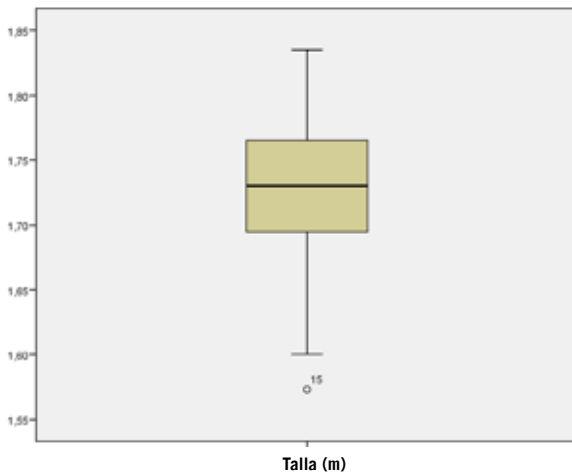
Taula 3.14. Estadístics descriptius de les variables antropomètriques de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
<i>Edat (anys)</i>	0,933	21	0,162
<i>Pes (kg)</i>	0,948	21	0,311
<i>Talla (m)</i>	0,935	21	0,170
<i>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</i>	0,937	21	0,189
<i>Perímetre abdominal (cm)</i>	0,883	21	0,017
<i>Perímetre maluc (cm)</i>	0,924	21	0,104
<i>Sumatori 6 plecs cutanis (mm)</i>	0,898	21	0,032
<i>Yuhasz (%)</i>	0,897	19	0,042
<i>Faulkner (%)</i>	0,905	19	0,059

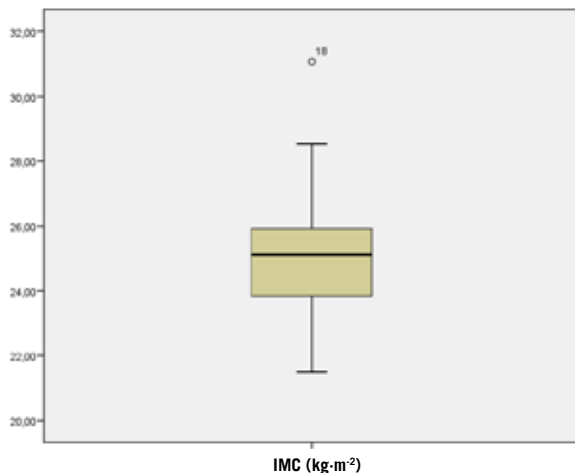
Taula 3.15. Proves de la normalitat de les variables antropomètriques de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).



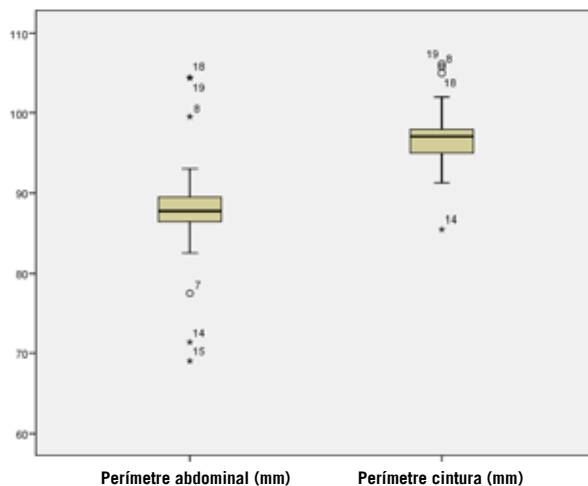
**Figura 3.3.** Distribució de la variable pes (kg), pel grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



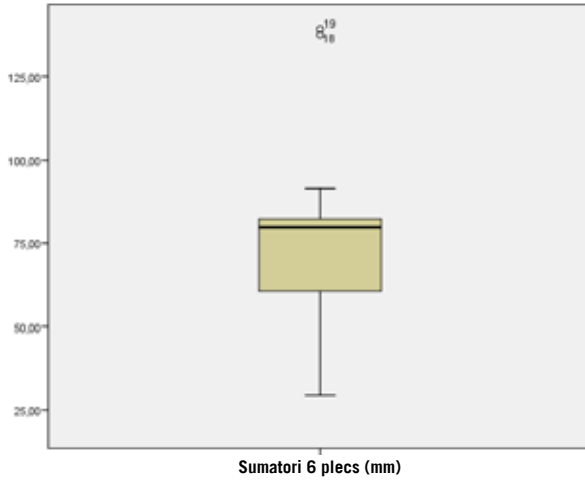
**Figura 3.4.** Distribució de la variable talla (m), pel grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



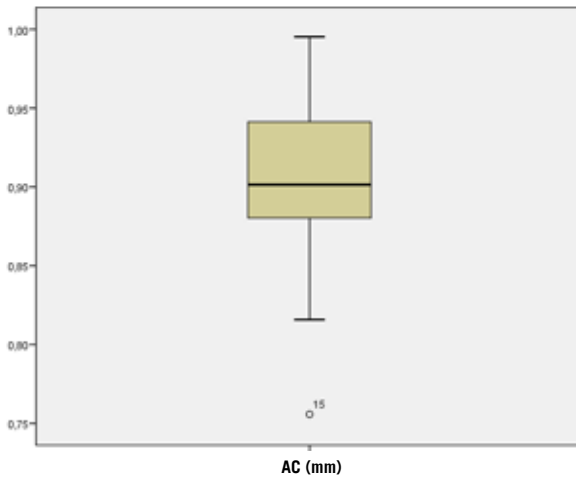
**Figura 3.5.** Distribució de la variable IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) pel grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



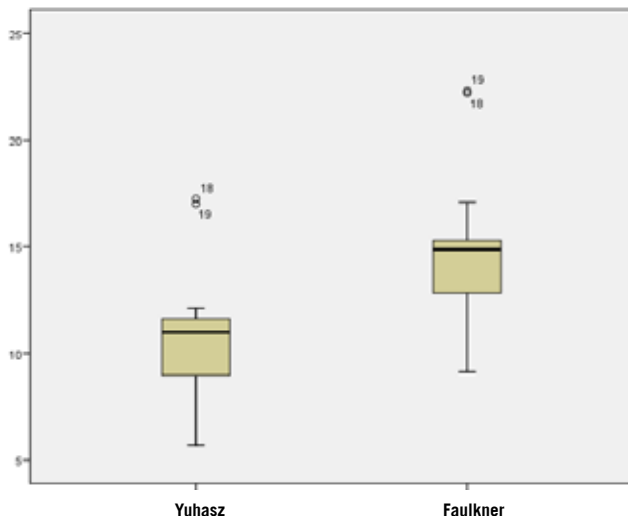
**Figura 3.6.** Distribució de les variables perímetres abdominal i maluc (mm) pel grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.7.** Distribució de la variable sumatòria de 6 plecs cutanis (mm) pel grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.8.** Distribució de la variable índex cintura - maluc per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.9.** Distribució de les variables percentatge de greix segons les equacions de Yuhasz i Faulkner per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.2. Variables de condició fisicotècnica

En aquest apartat es presenten les característiques de les variables de condició fisicotècnica (entre les taules 3.16 i 3.31) i la distribució i comparació de les variables per mitjà del diagrama de caixa i bigotis (entre les figures 3.10 i 3.40), de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ), de manera que es presenten els valors mitjans, de desviació estàndard (DS), el valor màxim (màx.) i mínim (mín.), les proves de normalitat i les relacions entre variables (matrius de correlació, resum del model de regressió, coeficients i gràfic de dispersió).

A continuació s'anomenen i es presenten les variables de condició fisicotècnica amb les taules i figures respectives:

- Transportar, pujar i baixar una escala extensible (taules de la 3.16 a 3.17 i figures de la 3.10 a 3.13)
- Colpejar amb un mall (taules 3.18 i 3.19 i figures de la 3.14 a 3.17)
- Arrossegar una mànega (taules 3.20 i 3.21 i figures de la 3.18 a 3.21)
- Pujar i baixar una autoescala (taules 3.22 i 3.23 i figures de la 3.22 a 3.25)

- Pujar i baixar 4 pisos d'una torreta (*taules 3.24 i 3.25 i figures de la 3.26 a 3.29*)
- Circuit fisicotècnic d'agilitat (*taules 3.25 i 3.26 i figures de la 3.30 a 3.33*)
- Treball amb eines pesants: equip d'excavació (*taules 2.28 i 3.29 i figures de la 3.34 a 3.36*)
- Marxa llançadora amb motxilla forestal (*taules 3.30 i 3.31 i figures 3.37 a 3.40*)

### 3.2.2.1. Escala extensible (transportar, pujar i baixar una escala extensible)

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{x}$	DS
<i>Escala extensible FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	155,00	197,00	170,63	10,51
<i>Escala extensible - VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	71,00	94,00	81,47	6,33
<i>Autoescala -FCmitjana (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	143,00	187,00	161,05	11,49
<i>Escala extensible - lactat al 1' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	4,20	8,20	6,29	0,69
<i>Escala extensible - lactat al 3' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	4,90	9,50	6,60	1,00
<i>Escala extensible (s) - temps parcial</i>	77,00	253,00	133,76	37,88
<i>Escala extensible - temps total (s)</i>	143,00	427,00	260,14	59,03

**Taula 3.16.** Estadístics descriptius de la variable escala extensible de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).



VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
<i>Escala extensible -FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	0,952	21	0,374
<i>Escala extensible -VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	0,935	21	0,170
<i>Escala extensible -lactat al 1' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,809	21	0,001
<i>Escala extensible -lactat al 3' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,871	21	0,010
<i>Escala extensible -temps parcial (s)</i>	0,896	21	0,029
<i>Escala extensible -temps total (s)</i>	0,932	21	0,151

Taula 3.17. Proves de normalitat de la variable escala extensible de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

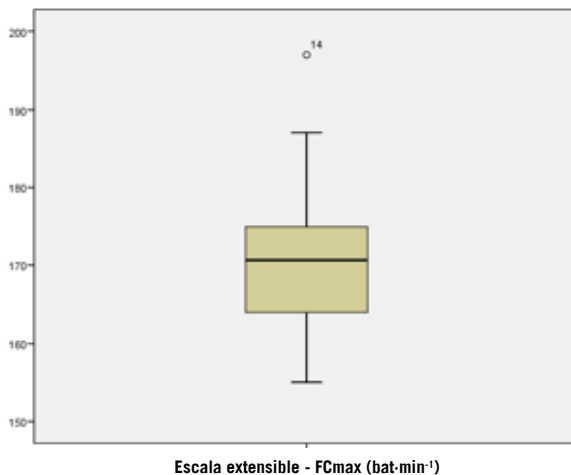
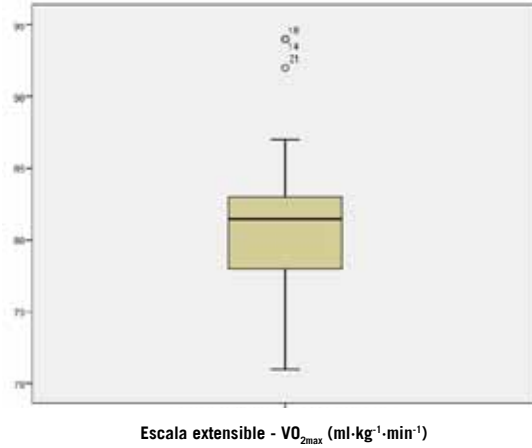
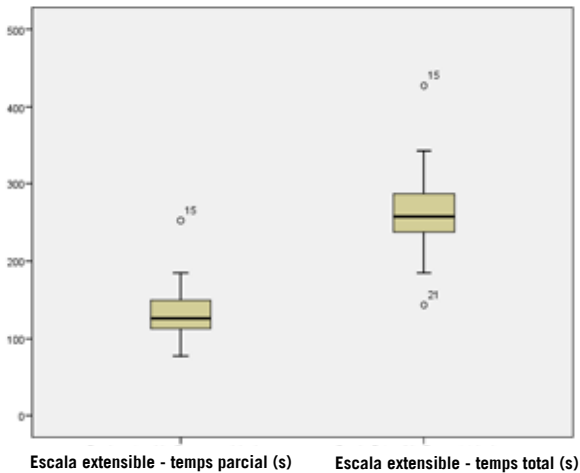


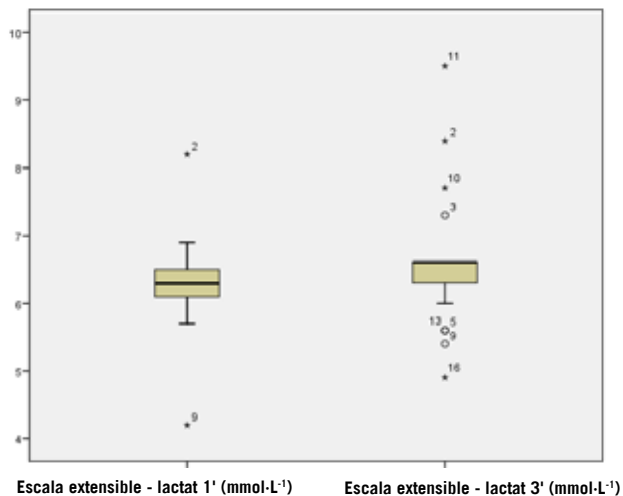
Figura 3.10. Distribució de la variable escala extensible - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) pel grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.11.** Distribució de la variable escala - extensible -  $VO_{2max}$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) pel grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.12.** Distribució de la variable escala extensible - temps parcial i total (s) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.13.** Distribució de la variable escala extensible - lactat al primer minut i al tercer minut de recuperació ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) per al grup  $n=21$ , de bombers de la Generalitat de Catalunya.

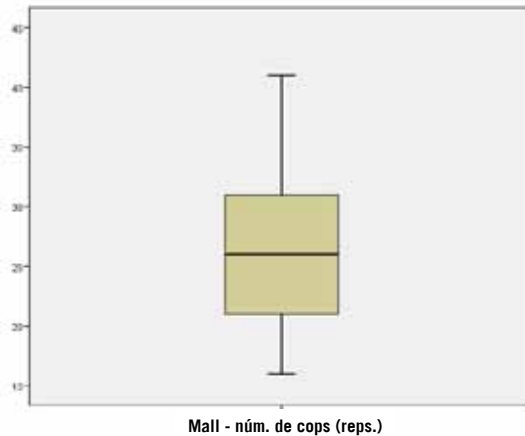
### 3.2.2.2. Mall (colpejar amb un mall)

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Mall FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	155,00	200,00	176,1053	12,87204
Mall VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	75,00	105,00	88,2632	7,52225
Mall temps total (s)	21,00	166,00	49,4762	28,54754
Mall número de cops (núm.)	16,00	41,00	26,7500	6,84744

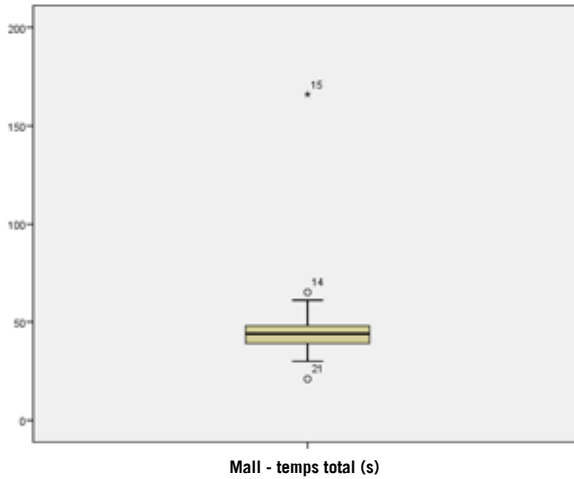
**Taula 3.18.** Estadístics descriptius de la variable mall de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
<i>Mall FCmax (bat·mir<sup>-1</sup>)</i>	0,966	21	0,634
<i>Mall VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·mir<sup>-1</sup>)</i>	0,952	21	0,373
<i>Mall temps total (s)</i>	0,566	21	0,000
<i>Mall número de cops (núm.)</i>	0,946	21	0,290

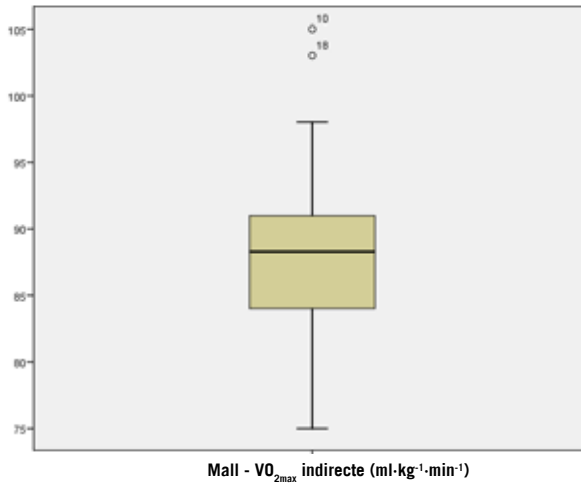
**Taula 3.19.** Proves de normalitat per a la variable mall de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).



**Figura 3.14.** Distribució de la variable mall (núm. de cops) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.15.** Distribució de la variable mall - temps total (s) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.16.** Distribució de la variable mall-VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.17.** Distribució de la variable mall - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.2.3. Arrossegar mànega (arrossegat una mànega)

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Arrossegat mànega FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	152,00	189,00	170,1579	10,23847
Arrossegat mànega VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	68,00	102,00	82,6316	7,42436
Arrossegat mànega lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )	5,30	10,50	8,1500	1,03839
Arrossegat mànega lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )	6,30	11,20	9,5900	1,05140
Arrossegat mànega temps total (s)	12,34	43,54	23,7170	8,56302

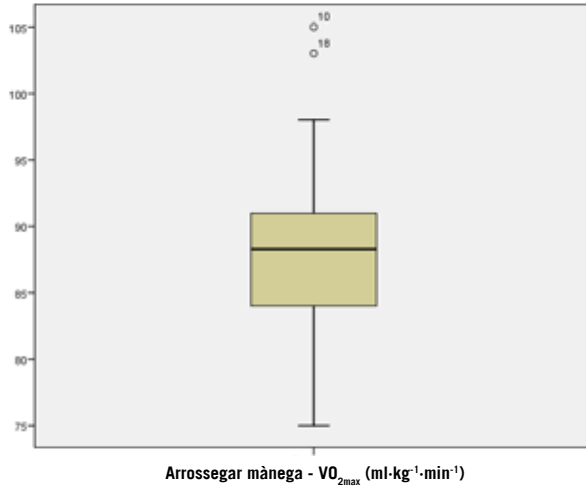
**Taula 3.20.** Estadístics descriptius de la variable arrossegat mànega de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
Arrossegar mànega FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	0,969	21	0,713
Arrossegar mànega VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	0,866	21	0,008
Arrossegar mànega temps total (s)	0,924	21	0,105

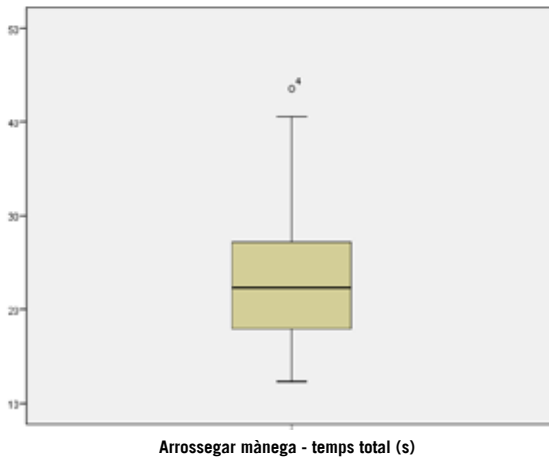
Taula 3.21. Proves de normalitat per a la variable arrossegar mànega de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).



Figura 3.18. Distribució de la variable arrossegar mànega - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 bombers adults de Catalunya.

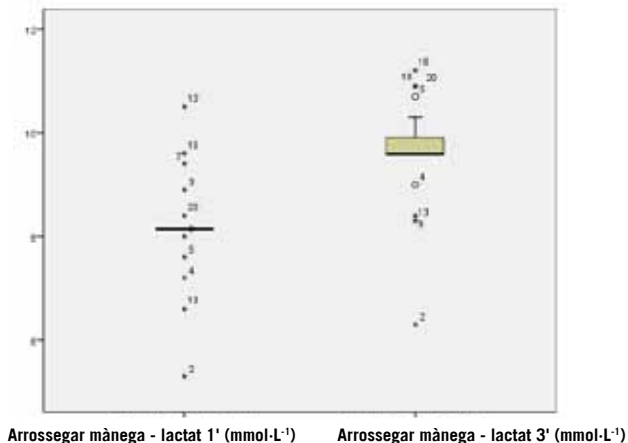


**Figura 3.19.** Distribució de la variable arrossegar mànega - VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.20.** Distribució de la variable arrossegar mànega i temps total (s) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.





**Figura 3.21.** Distribució de la variable arrossegar mànega - lactat al primer minut i al tercer minut (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.

#### 3.2.2.4. Autoescala (pujar i baixar una autoescala)

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Autoescala FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	149,0	193,0	174,6	10,0
Autoescala FC mitjana (bat·min <sup>-1</sup> )	143,0	187,0	161,0	11,4
Autoescala VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	75,0	97,0	85,5	5,3
Autoescala lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )	5,6	12,0	8,89	1,2
Autoescala lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )	6,6	12,6	9,5	1,4
Autoescala temps parcial (s)	45,0	110,0	81,0	14,8
Autoescala temps total (s) temps total (s)	130,0	255,0	182,8	31,5

**Taula 3.22.** Estadístics descriptius de la variable autoescala de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadistic	GL	Sig.
<i>Autoescala FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	0,954	21	0,396
<i>Autoescala FCmitjana (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	0,960	21	0,525
<i>Autoescala VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	0,954	21	0,405
<i>Autoescala lactat al 1' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,858	21	0,006
<i>Autoescala lactat al 3' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,910	21	0,055
<i>Autoescala temps parcial (s)</i>	0,966	21	0,640
<i>Autoescala temps total (s)</i>	0,908	21	0,050

Taula 3.23. Proves de normalitat de la variable autoescala de la mostra de bombers adults de la Generalitat de Catalunya (n=21).

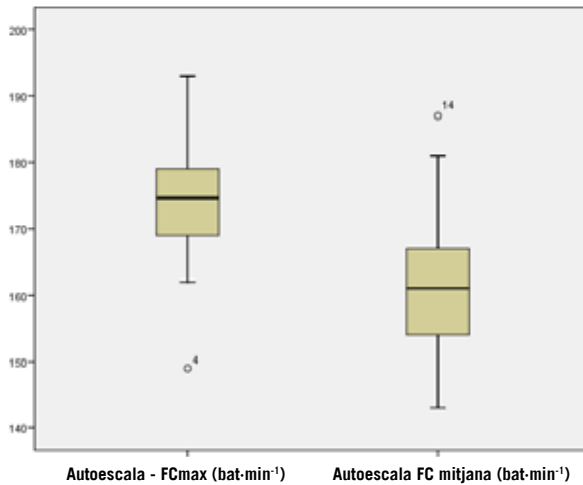
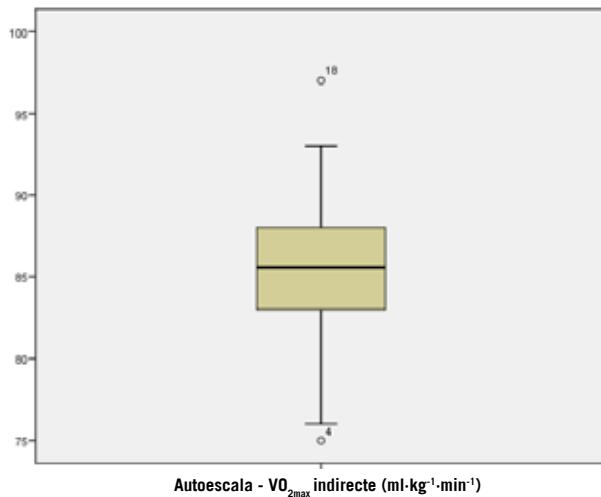
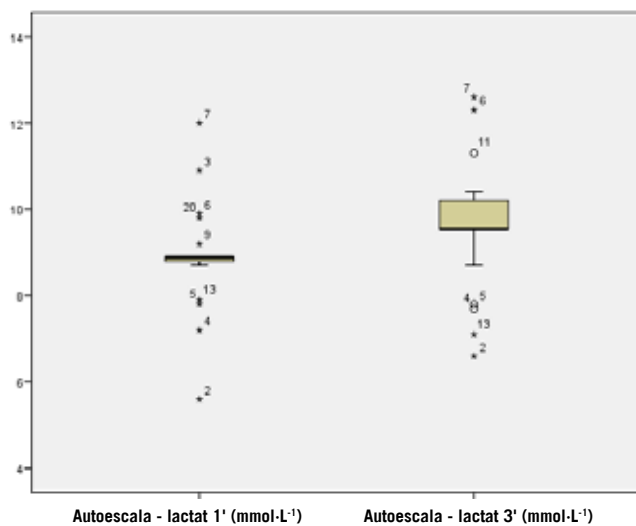


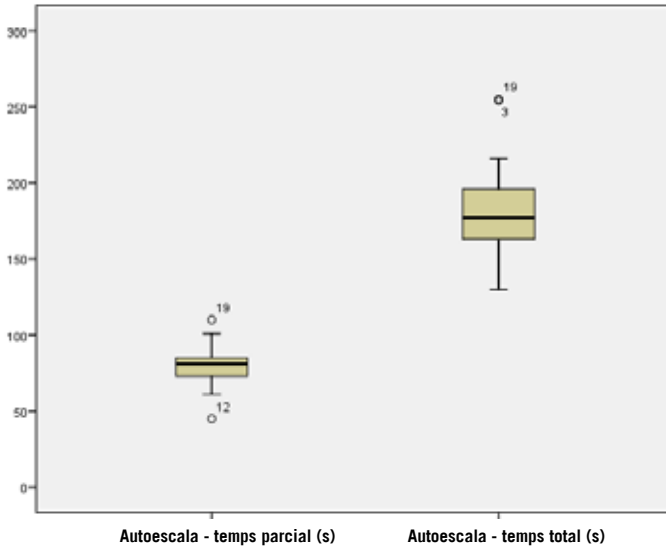
Figura 3.22. Distribució de la variable autoescala - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.23.** Distribució de la variable autoescala – VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.24.** Distribució de la variable autoescala – lactat al primer minut i al tercer minut (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.25.** Distribució de la variable autoescala –temps parcial i temps total (s) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.2.5. Torreta (pujar i baixar 4 pisos d'una torreta)

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Torreta FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	152,00	187,00	171,4375	7,64178
Torreta VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	75,00	100,00	84,0000	5,67450
Torreta lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )	5,60	8,80	7,2818	,84191
Torreta lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )	5,00	8,90	7,0500	,95512
Torreta temps parcial (s)	50,00	145,00	84,8000	25,94533
Torreta temps total (s)	121,00	278,00	183,4000	36,65024

**Taula 3.24.** Estadístics descriptius de la variable torreta de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
<i>Torreta FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	0,918	21	0,078
<i>Torreta VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	0,928	21	0,125
<i>Torreta lactat al 1' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,902	21	0,038
<i>Torreta lactat al 3' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,884	21	0,017
<i>Torreta temps parcial (s)</i>	0,954	21	0,396
<i>Torreta temps total (s)</i>	0,964	21	0,610

Taula 3.25. Proves de normalitat de la variable torreta de la mostra de bombers adults de la Generalitat de Catalunya (n=21).

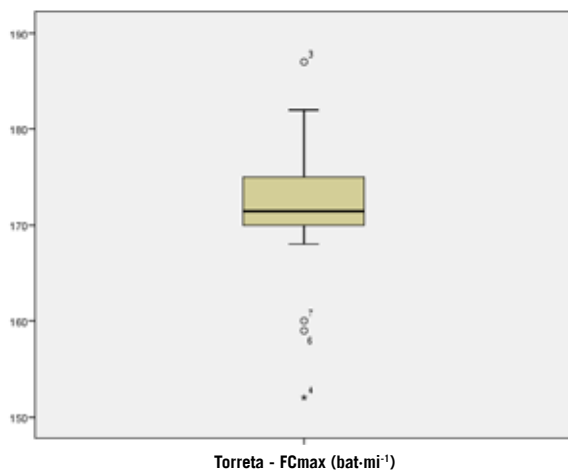
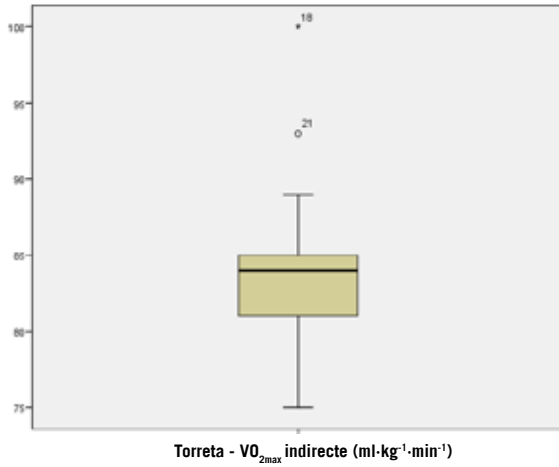
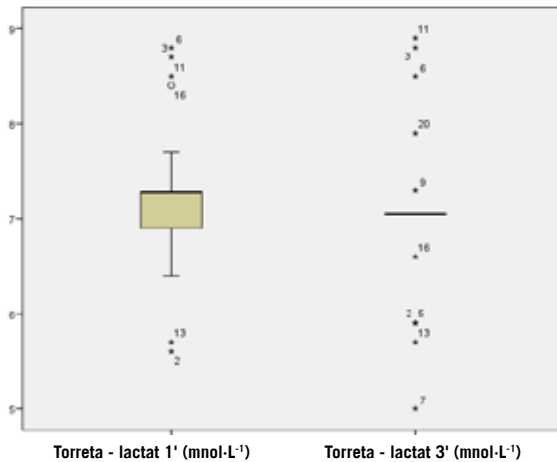


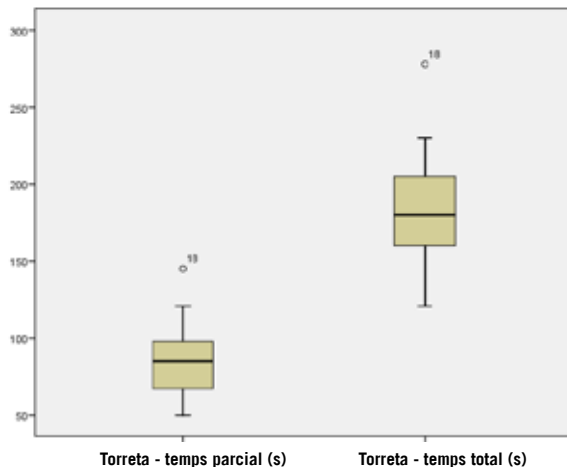
Figura 3.26. Distribució de la variable torreta -FCmax (bat·mi<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.27.** Distribució de la variable torreta -  $VO_{2max}$  indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.28.** Distribució de la variable torreta - lactat al primer minut i al tercer minut ( $mmol \cdot L^{-1}$ ) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.29.** Distribució de la variable torreta – temps parcial i temps total (s) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.2.6. Tècnic-agilitat (circuit físicotècnic d'agilitat)

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Tècnic - agilitat FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	154,00	189,00	170,0625	7,56617
Tècnic - agilitat $VO_{2max}$ indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	73,00	98,00	82,7500	6,47688
Tècnic - agilitat lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )	3,90	8,90	6,1455	0,94782
Tècnic - agilitat lactat al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )	4,90	9,10	6,8455	0,88338
Tècnic - agilitat temps total (s)	6,89	51,23	37,2120	9,71370

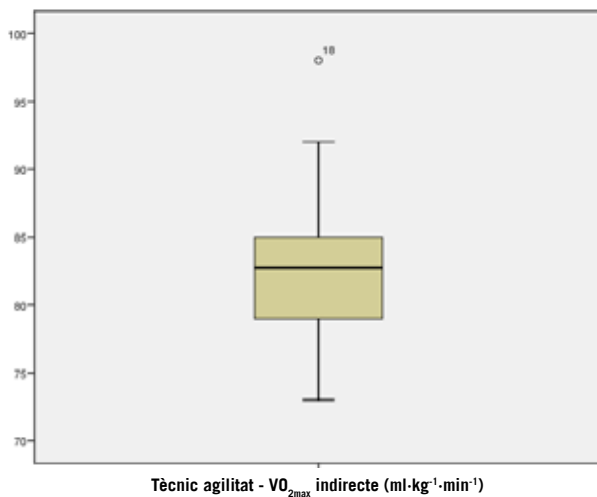
**Taula 3.26** Estadístics descriptius de la variable tècnic-agilitat de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).



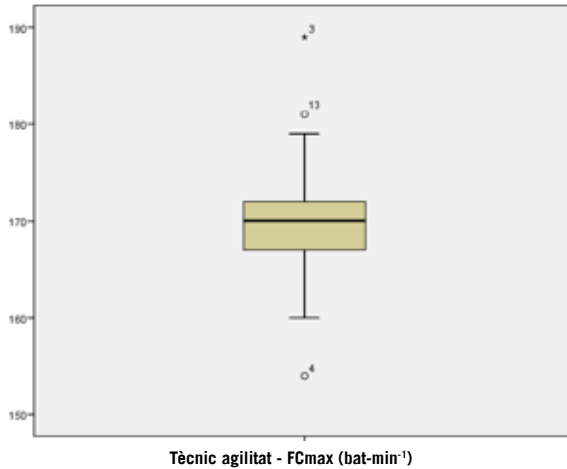




**Figura 3.31.** Distribució de la variable tècnic - agilitat - temps total (s) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.32.** Distribució de la variable tècnic - agilitat - VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.33.** Distribució de la variable tècnic-agilitat –freqüència cardíaca màxima (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.2.7. Excarceració (treball amb eines pesants: equip d'excarceració)

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{x}$	DS
Excarceració FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	110,00	171,00	136,2778	15,87390
Excarceració FC mitjana (bat·min <sup>-1</sup> )	98,00	164,00	127,5294	16,33437
Excarceració VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	21,00	75,00	50,5556	12,70914
Excarceració lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )	1,80	5,50	3,4909	0,86974

**Taula 3.28.** Estadístics descriptius de la variable excarceració de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
Excerceració FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	0,966	21	0,641
Excerceració FC mitjana (bat·min <sup>-1</sup> )	0,963	21	0,580
Excerceració VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	0,952	21	0,378
Excerceració lactat al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )	0,859	21	0,006

Taula 3.29. Proves de normalitat de la variable excerceració de la mostra de bombers adults de la Generalitat de Catalunya (n=21).

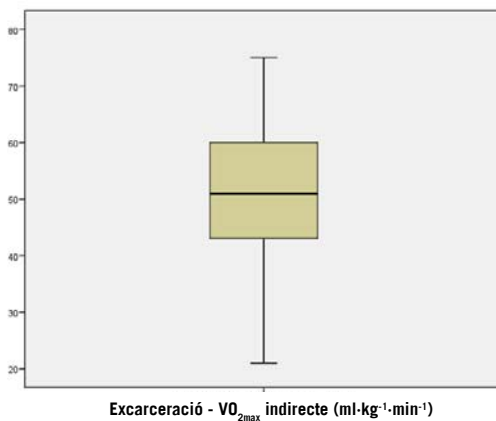
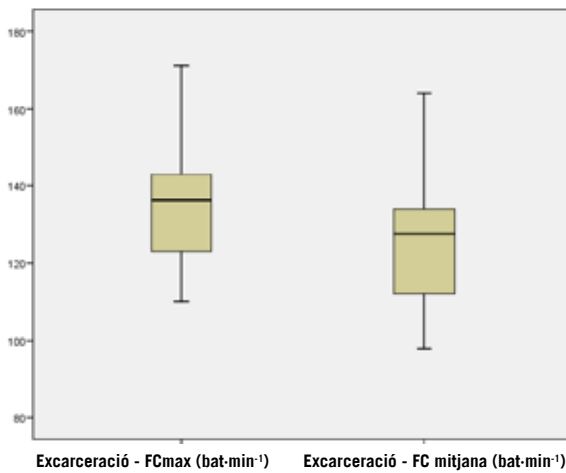


Figura 3.34. Distribució de la variable excerceració - VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.35.** Distribució de la variable excarceració - lactat en el primer minut i tercer de recuperació (mmol·L<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.36.** Comparació de la distribució de la variable excarceració - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya

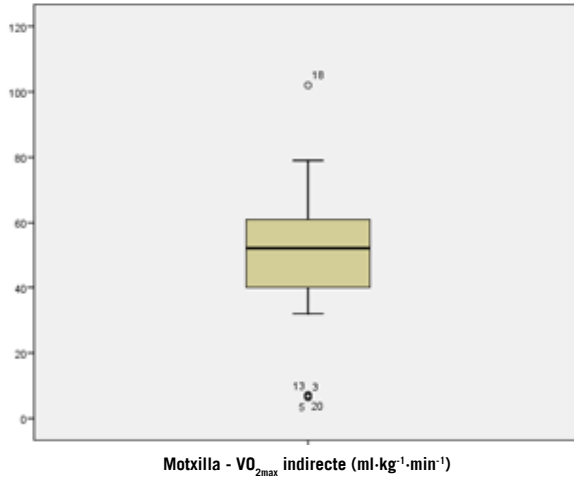
3.2.2.8. *Motxilla (marxa llançadora amb motxilla forestal)*

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
<i>Motxilla FCmax (bat·mir<sup>1</sup>)</i>	127,00	197,00	156,3000	24,08755
<i>Motxilla FC mitjana (bat·mir<sup>1</sup>)</i>	117,00	176,00	145,3500	18,28736
<i>Motxilla VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·mir<sup>1</sup>)</i>	6,40	102,00	47,4150	24,51943
<i>Motxilla lactat al primer minut (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	1,40	7,70	3,4000	1,70323
<i>Motxilla temps total (s)</i>	900,00	1260,00	985,7143	157,11688

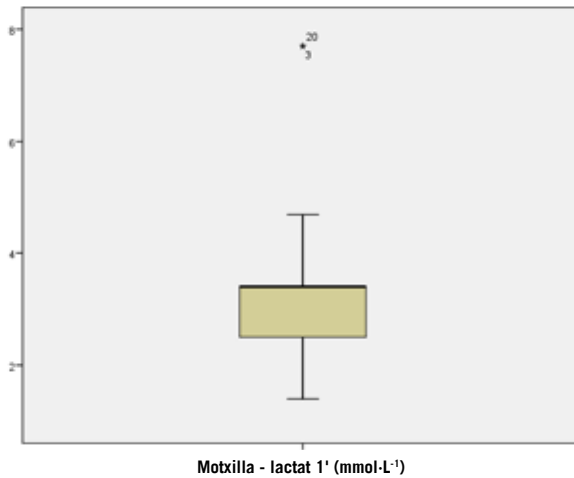
Taula 3.30. Estadístics descriptius de la variable motxilla de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
<i>Motxilla FCmax (bat·mir<sup>1</sup>)</i>	0,893	21	0,025
<i>Motxilla FC mitjana (bat·mir<sup>1</sup>)</i>	0,941	21	0,223
<i>Motxilla VO<sub>2max</sub> indirecte (ml·kg<sup>-1</sup>·mir<sup>1</sup>)</i>	0,897	21	0,031
<i>Motxilla lactat al 1' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,796	21	0,001
<i>Motxilla temps total (s)</i>	0,533	21	0,000

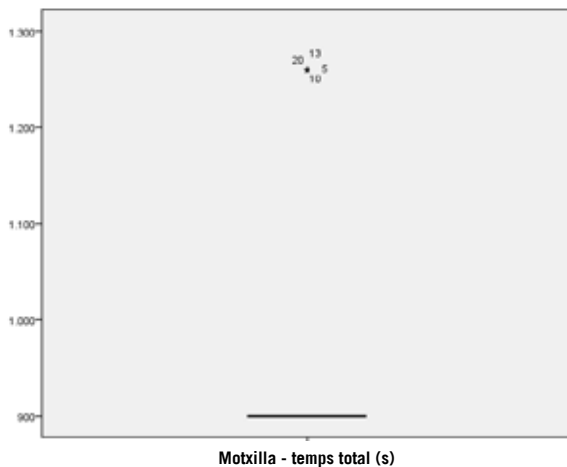
Taula 3.31. Proves de normalitat de la variable motxilla de la mostra de bombers adults de la Generalitat de Catalunya (n=21).



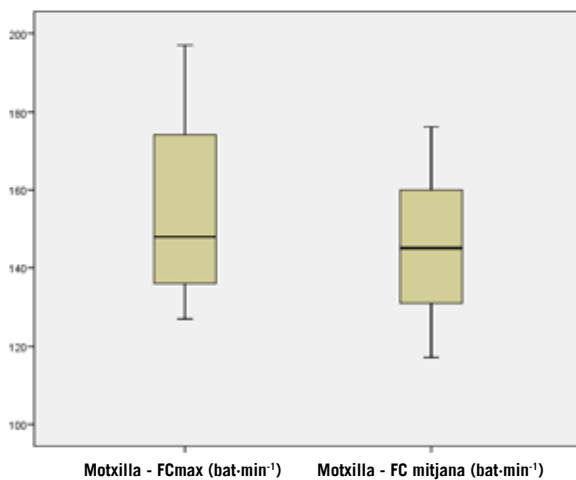
**Figura 3.37.** Distribució de la variable motxilla -  $VO_{2max}$  indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.38.** Distribució de la variable motxilla-lactat ( $mmol \cdot L^{-1}$ ) al primer minut de recuperació per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya



**Figura 3.39.** Distribució de la variable motxilla -temps (s) per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya



**Figura 3.40.** Comparació de la distribució de la variable motxilla - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) del grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.3. Variables de condició física del test de laboratori

En aquest apartat es presenten les característiques de les variable de condició física del test de laboratori cinta rodant (*taules 3.32 i 3.33*) i la distribució i comparació de les variables per mitjà del diagrama de caixa i bigotis (*entre les figures 3.41 a la 3.46*), de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ), de manera que es presenten els valors mitjans, de desviació estàndard (DS), el valor màxim (màx.) i mínim (mín.), les proves de normalitat i les relacions entre variables (matrius de correlació, resum del model de regressió, coeficients i gràfica de dispersió).

#### 3.2.3.1. Cinta rodant

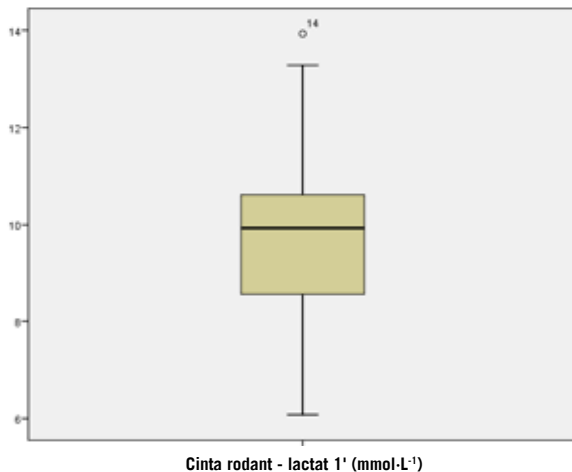
VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Cinta rodant temps (s)	726,00	1800,00	1332,23	278,66
Cinta rodant esglaió (núm.)	12,10	30,00	22,20	4,64
Cinta rodant v <sub>max</sub> (km·hr <sup>-1</sup> )	10,55	19,50	15,60	2,32
Cinta rodant VO <sub>2max</sub> directe (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	33,40	60,00	48,15	6,58
Cinta rodant FC <sub>max</sub> (bat·min <sup>-1</sup> )	172,00	204,00	188,17	9,04
Cinta rodant lactat max (mmol·L <sup>-1</sup> )	6,08	13,93	9,93	2,03

Taula 3.32. Estadístics descriptius de la variable cinta rodant de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).

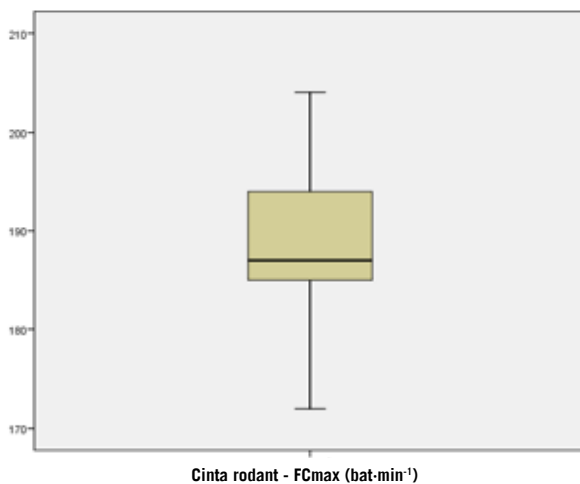
VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
Cinta rodant temps (s)	0,961	21	0,530
Cinta rodant esglaió (núm.)	0,961	21	0,530
Cinta rodant v <sub>max</sub> (km·hr <sup>-1</sup> )	0,961	21	0,530
Cinta rodant VO <sub>2max</sub> directe (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	0,974	21	0,819
Cinta rodant FC <sub>max</sub> (bat·min <sup>-1</sup> )	0,939	21	0,211
Cinta rodant lactat màxim (mmol·L <sup>-1</sup> )	0,929	21	0,131

Taula 3.33. Proves de normalitat de la variable cinta rodant de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).

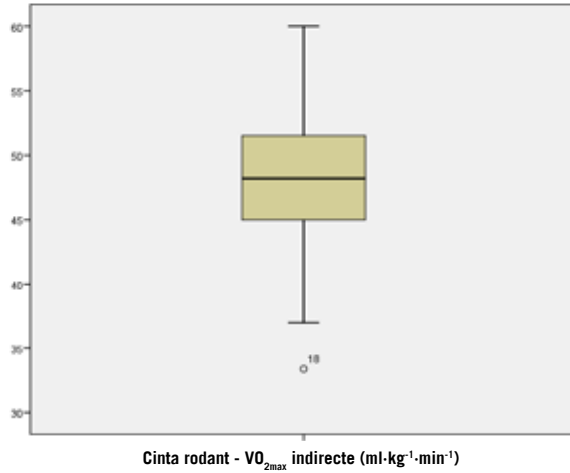




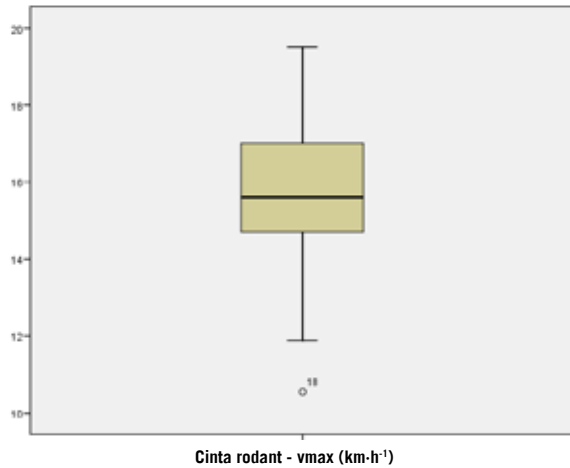
**Figura 3.41.** Distribució de la variable cinta rodant-lactat (mmol·L<sup>-1</sup>) al primer minut i al tercer per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



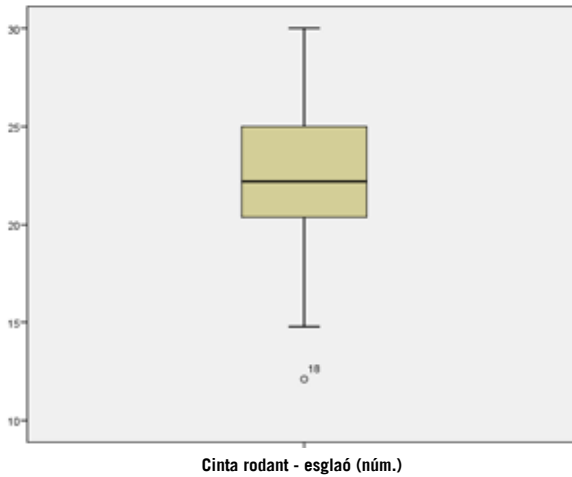
**Figura 3.42.** Distribució de la variable cinta rodant - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



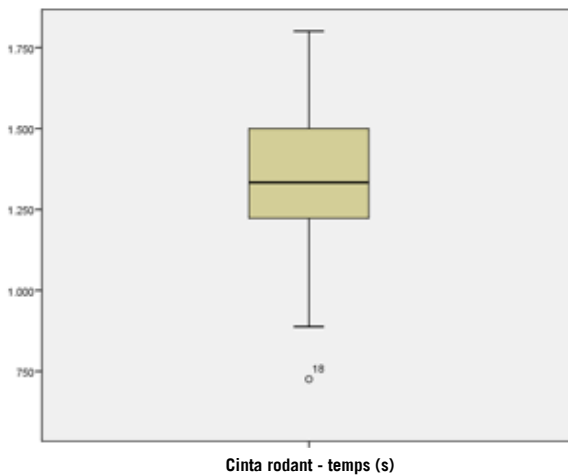
**Figura 3.43.** Distribució de la variable cinta rodant-VO<sub>2max</sub> directe (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.44.** Distribució de la variable cinta rodant- vmax (km·h<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.45.** Distribució de la variable cinta rodant - esglaó (núm.) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.46.** Distribució de la variable cinta rodant-temps (s) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.4. Variables de condició física dels test de camp

En aquest apartat es presenten les característiques de les variables de condició física (pressió sobre banc, agilitat i cursa de llançadora i la distribució i comparació de les variables per mitjà del diagrama de caixa i bigotis, presentant-se els valors mitjans, de desviació estàndard (DS), el valor màxim (màx) i mínim (mín), les proves de normalitat i les relacions entre variables (matrius de correlació, resum del model de regressió, coeficients i gràfica de dispersió) de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

A continuació s'anomenen i es presenten les variables de condició física amb les respectives taules i figures:

- Pressió sobre banc (*taules 3.34 i 3.35 i entre les figures 3.47 a 3.53*)
- Agilitat (*taules 3.36 i 3.37 i entre les figures 3.54 a 3.56*)
- Cursa de llançadora (*taules 3.38 i 3.39 i entre les figures 3.57 a 3.62*)

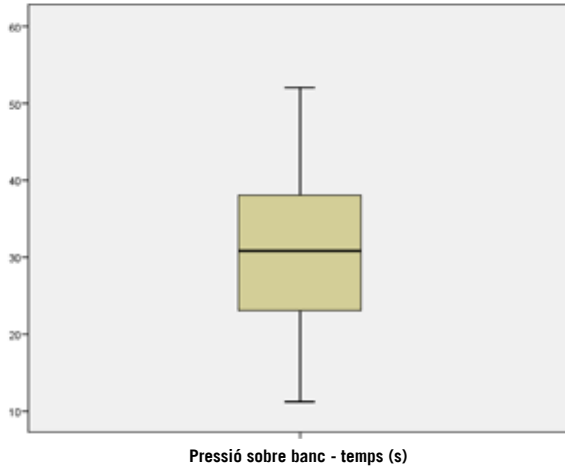
#### 3.2.4.1. Pressió sobre el banc

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Pressió sobre banc temps (s)	11,20	52,00	30,8200	11,87250
Pressió sobre banc número de repeticions (rep.)	1,00	34,00	15,0000	8,76356
Pressió sobre banc temps repetició (s)	1,41	4,33	2,4252	0,70175
Pressió sobre banc FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	134,00	176,00	156,1818	10,59159
Pressió sobre banc VO <sub>2max</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	50,00	87,00	67,1818	7,85378
Pressió sobre banc lactèmia al 1' (mmol·L <sup>-1</sup> )	2,45	7,55	4,0438	1,31810
Pressió sobre banc lactèmia al 3' (mmol·L <sup>-1</sup> )	2,88	8,25	5,0494	1,41419
Pressió sobre banc 1RM (Welday-Epley) 1985 88	51,67	106,61	74,9750	14,59133
Pressió sobre banc 1RM 10 (Mayhew) 1993	53,01	79,89	64,4143	7,13607
Pressió sobre banc 1RM 10 (Mayhew) 1993 1	54,11	80,99	65,5143	7,13607

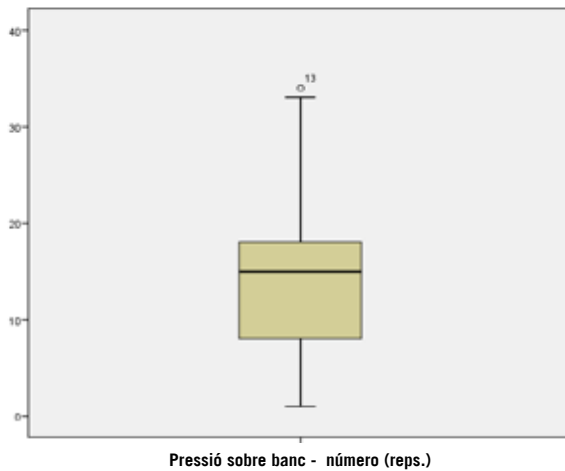
**Taula 3.34.** Estadístics descriptius de la variable pressió sobre el banc de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
<i>Pressió sobre banc temps (s)</i>	0,954	21	0,410
<i>Pressió sobre banc número de repeticions (reps.)</i>	0,924	21	0,102
<i>Pressió sobre banc temps repetició (s)</i>	0,873	21	0,011
<i>Pressió sobre banc FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	0,907	21	0,047
<i>Pressió sobre banc VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	0,887	21	0,020
<i>Pressió sobre banc lactatèmia al minut zero (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,898	21	0,032
<i>Pressió sobre banc lactatèmia al 3' (mmol·L<sup>-1</sup>)</i>	0,935	21	0,175
<i>Pressió sobre banc 1RM (Welday-Epley) 1985 88</i>	0,924	21	0,102
<i>Pressió sobre banc 1RM 10 (Mayhew) 1993</i>	0,924	21	0,102
<i>Pressió sobre banc 1RM 10 (Mayhew) 1993 1</i>	0,924	21	0,102

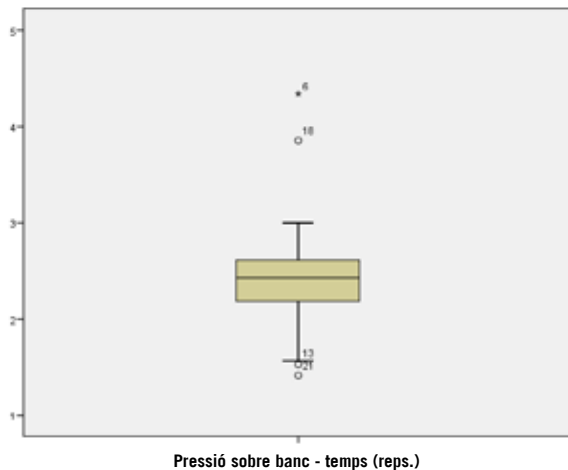
**Taula 3.35.** Proves de normalitat de la variable pressió sobre banc de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).



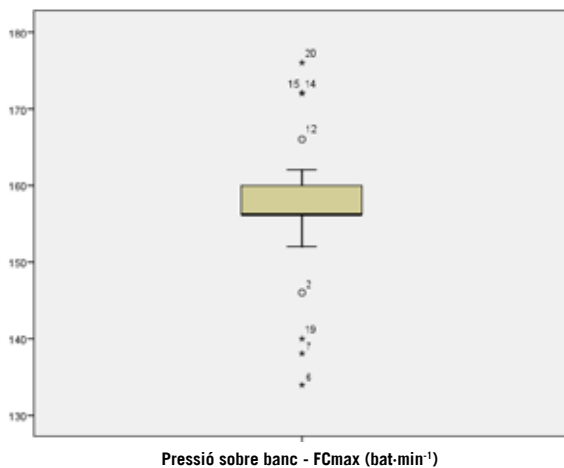
**Figura 3.47.** Distribució de la variable *pressió sobre banc-Temps (s)* per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



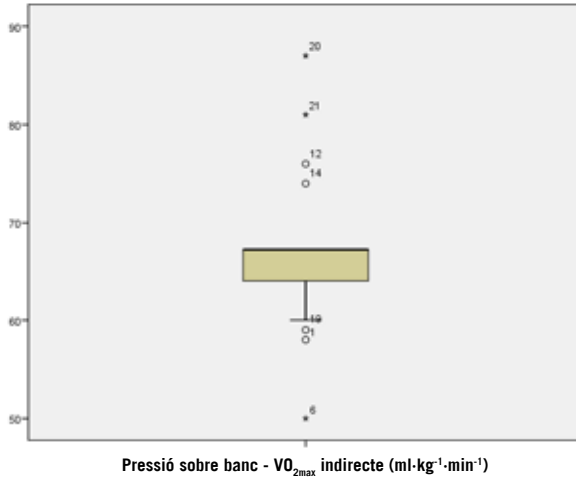
**Figura 3.48.** Distribució de la variable *pressió sobre banc - número (reps.)* per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



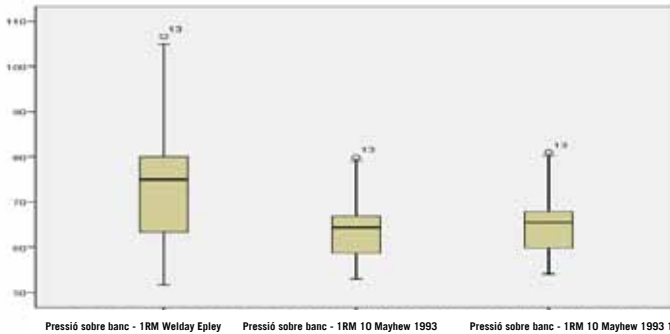
**Figura 3.49.** Distribució de la variable pressió sobre banc - temps (reps.) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.50.** Distribució de la variable pressió sobre banc - FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.

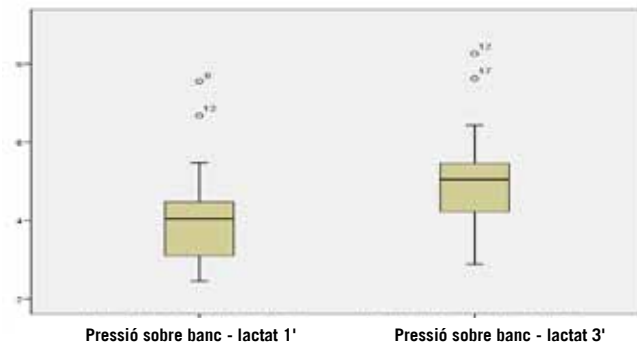


**Figura 3.51.** Distribució de la variable pressió sobre banc- $VO_{2max}$  indirecta ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) per al grup  $n=21$ , de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.52.** Comparació de la distribució de la variable pressió sobre banc-1RM Welday Epley 1985 88, 1RM10 Mayhew 1993 1, per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.





**Figura 3.53.** Comparació de la distribució de la variable pressió sobre banc - lactat ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en el primer minut i tercer minut de recuperació, per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.

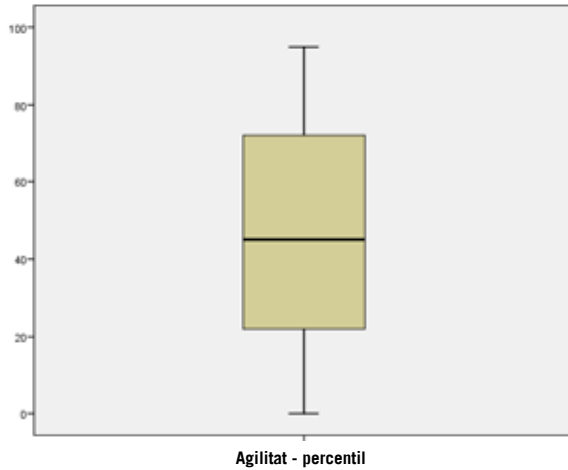
### 3.2.4.2. Agilitat

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Agilitat temps parcial (s)	11,02	18,98	13,79	2,01
Agilitat temps total (s)	17,85	28,63	21,84	2,75
Agilitat FCmax (bat·mir <sup>-1</sup> )	151,00	191,00	173,84	9,83
Agilitat percentil	0,00	95,00	47,14	30,16

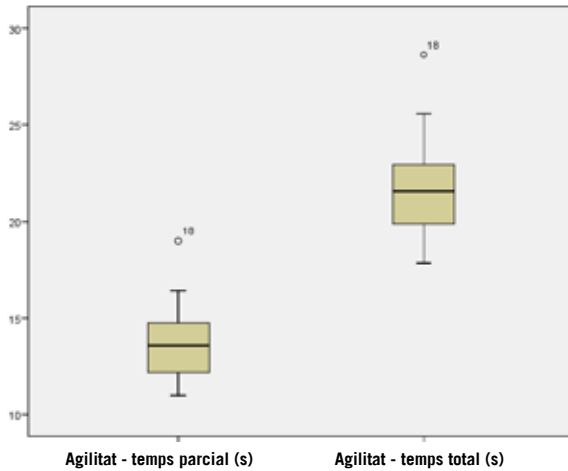
**Taula 3.36.** Estadístics descriptius de la variable agilitat de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ )

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
Agilitat temps parcial (s)	0,941	21	0,224
Agilitat temps total (s)	0,952	21	0,367
Agilitat FCmax (bat·mir <sup>-1</sup> )	0,943	21	0,253
Agilitat percentil	0,950	21	0,343

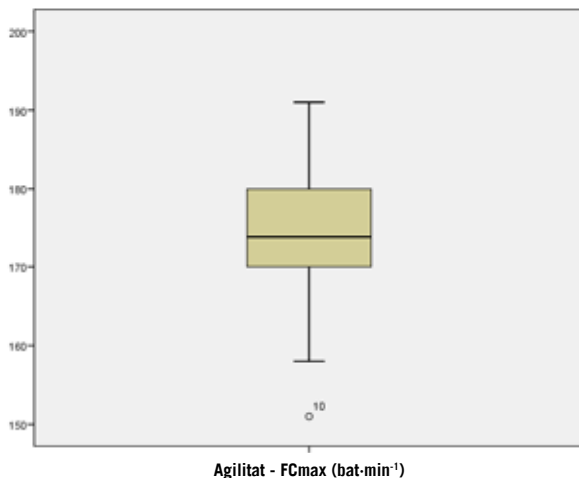
**Taula 3.37.** Proves de normalitat de la variable agilitat sobre banc de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).



**Figura 3.54.** Distribució de la variable agilitat en percentil per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.55.** Comparació de la distribució de la variable agilitat – temps (s), per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.56.** Distribució de la variable agilitat – FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.4.3. Cursa de llançadora

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
Cursa de llançadora temps (s)	510,00	1211,00	920,14	178,19
Cursa de llanç. esglaió (núm.)	8,50	20,18	15,33	2,96
Cursa de llanç. vmax (km·hr <sup>-1</sup> )	8,75	14,59	12,16	1,48
Cursa de llanç. VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	25,06	60,11	45,56	8,90
Cursa de llanç. percentil	0,00	100,00	52,19	30,45
Cursa de llanç. FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	161,00	208,00	190,22	12,15

**Taula 3.38.** Estadístics descriptius de la variable cursa de llançadora de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

VARIABLES	SHAPIRO-WILK		
	Estadístic	GL	Sig.
CL temps (s)	0,972	21	0,771
CL esglaó (núm.)	0,972	21	0,771
CL vmax (km·h <sup>-1</sup> )	0,972	21	0,771
CL VO <sub>2max</sub> indirecte (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	0,972	21	0,771
CL percentil	0,960	21	0,509
CL FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	0,934	21	0,162

Taula 3.39. Proves de normalitat de la variable cursa de llançadora sobre banc de la mostra de bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).

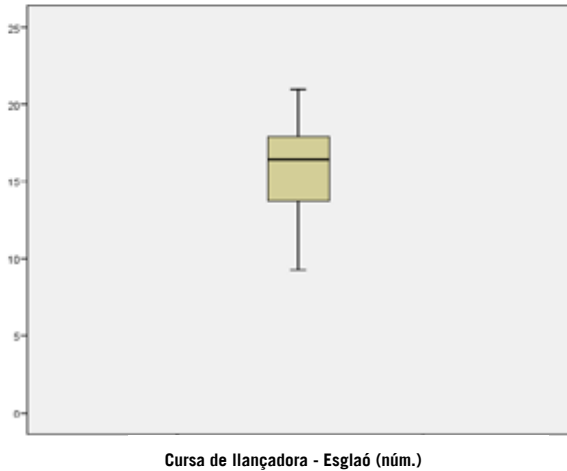
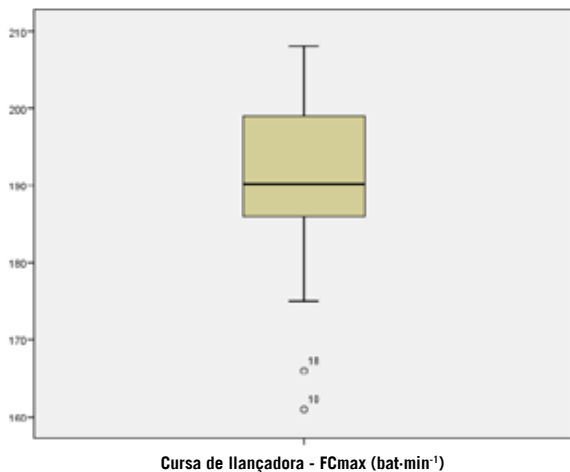
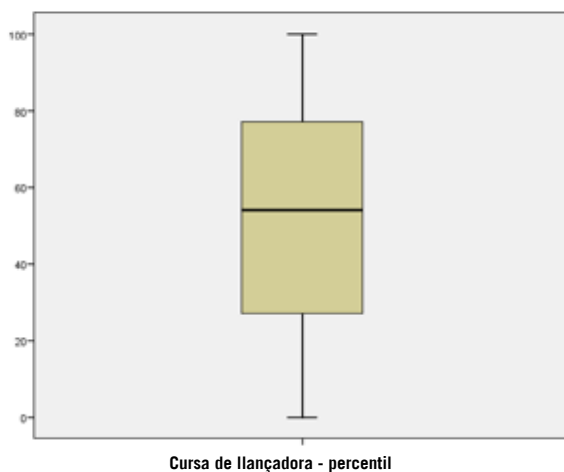


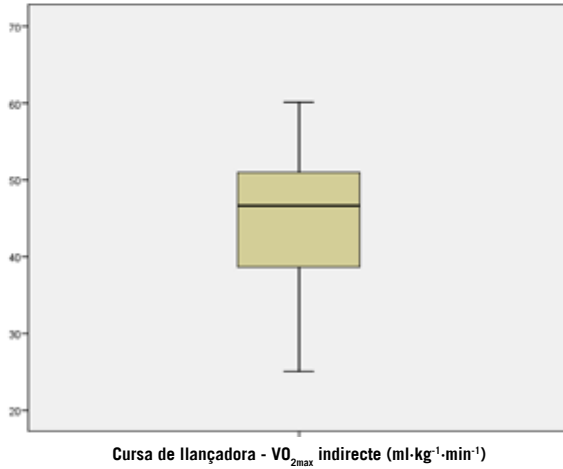
Figura 3.57. Comparació de la distribució de la variable cursa de llançadora - esglaons (núm.) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



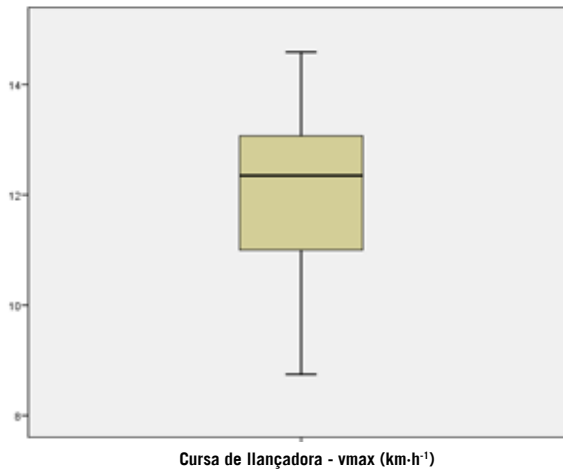
**Figura 3.58.** Comparació de la distribució de la variable cursa de llançadora – FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



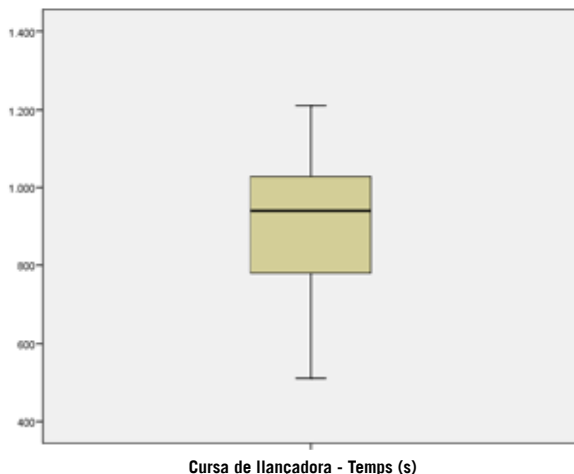
**Figura 3.59.** Comparació de la distribució de la variable cursa de llançadora en percentil, per al grup n=21 de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.60.** Comparació de la distribució de la variable cursa de llançadora -  $VO_{2max}$  indirecte ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ), per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.61.** Comparació de la distribució de la variable cursa de llançadora -  $v_{max}$  ( $km \cdot h^{-1}$ ), per el grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.62.** Comparació de la distribució de la variable cursa de llançadora - temps (s), per al grup  $n=21$  de bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.5. Classificació segons l'exigència metabòlica dels tests fisicotècnics

A continuació es presenten els tests fisicotècnics per ordre de l'exigència metabòlica calculada en percentatges de la freqüència cardíaca màxima obtinguda en cinta rodant (*taula 3.40 i figura 3.63*). Així mateix s'especifica per a cadascun dels tests fisicotècnics la concentració de lactat ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) després del primer minut de recuperació (*taula 3.42 i figura 3.64*):

1. Colpejar amb un mall: amb una freqüència cardíaca màxima (%) en mitjana de  $93,56 \pm 4,7$  i una concentració de lactat de  $7,3 \pm 0,9$  al primer minut de la recuperació.
2. Pujar i baixar una autoescala: amb una freqüència cardíaca màxima (%) en mitjana de  $92,88 \pm 4,8$  i una concentració de lactat de  $8,8 \pm 1,2$  al primer minut de recuperació.
3. Pujar i baixar 4 pisos d'una torreta: amb una freqüència cardíaca màxi-

ma (%) en mitjana de  $91,21 \pm 4,8$  i una concentració de lactat de  $7,2 \pm 0,8$  al primer minut de recuperació.

4. Transportar, pujar i baixar una escala extensible: amb una freqüència cardíaca màxima (%) en mitjana de  $91,16 \pm 4,7$  i una concentració de lactat de  $6,2 \pm 0,6$  al primer minut de la recuperació.
5. Circuit fisicotècnic d'agilitat: amb una freqüència cardíaca màxima (%) en mitjana de  $90,49 \pm 4,6$  i una concentració de lactat de  $6,1 \pm 0,9$  al primer minut de recuperació.
6. Arrossegat una mànega: amb una freqüència cardíaca màxima (%) en mitjana de  $90,48 \pm 4,7$  i una concentració de lactat de  $8,1 \pm 1,0$  al primer minut de recuperació.
7. Marxa de llançadora amb motxilla forestal: amb una freqüència cardíaca màxima (%) en mitjana de  $83,04 \pm 12,9$  i una concentració de lactat de  $3,4 \pm 1,7$  al primer minut de recuperació.
8. Treball amb eines pesants (equip d'excarceració): amb una freqüència cardíaca màxima (%) en mitjana de  $72,46 \pm 8,0$  i una concentració de lactat de  $3,4 \pm 0,8$  al primer minut de recuperació.

Aquests resultats han mostrat un primer grup de 6 tests fisicotècnics (mall, autoescala, torreta, escala extensible, tècnic d'agilitat i arrossegat mànegues) que es troben a un nivell d'exigència metabòlica aeròbica-anaeròbica entre el 90% i 94 %, i unes concentracions de lactat entre 6 a 9 mmol/L<sup>-1</sup> en el primer minut de recuperació, mostrant-nos una exigència energètica amb components altament anaeròbics.

El segon grup l'integren els tests de la motxilla i de l'excarceració, que han presentat un treball energètic aeròbic amb una freqüència cardíaca màxima (%) (bat·min<sup>-1</sup>) o del VO<sub>2max</sub> en ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> entre el 72% i al 83%; així mateix, també ho corroboren les concentracions de lactat en sang amb una mitjana de 3,4 (mmol·L<sup>-1</sup>) per els dos tests, obtinguts després del primer minut de recuperació.

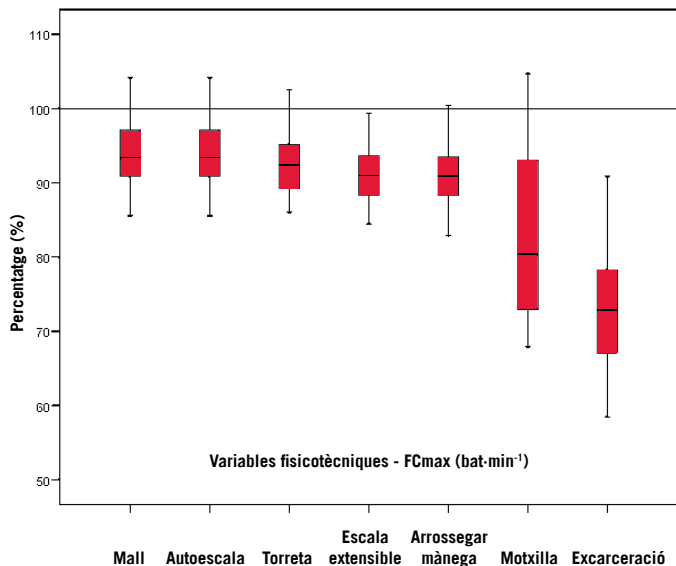


VARIABLES EN % FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	mín. %	màx. %	$\bar{X}$ %	DS %
<i>Colpejar un mall</i>	85,56	104,16	93,56	4,7
<i>Pujar i baixar una autoescala</i>	86,03	102,56	92,88	4,8
<i>Pujar i baixar 4 pisos torreta</i>	84,45	100,37	91,21	4,2
<i>Escala extensible</i>	83,56	102,16	91,16	4,7
<i>Circuit tècnic d'agilitat</i>	83,77	100,44	90,49	4,6
<i>Arrossegar mànegues</i>	82,89	100,44	90,48	4,7
<i>Marxa de llanç. amb motxilla</i>	67,91	104,69	83,04	12,9
<i>Equip d'excavació</i>	58,46	90,87	72,46	8,0

Taula 3.40. Estadístics descriptius del percentatge de FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) en ordre descendent obtinguda en cadascun dels tests fisicotècnics, versus la FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) assolida en el test de laboratori de cinta rodant del grup 2 (n=21), dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

VARIABLES	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
<i>Cinta rodant FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	172,00	204,00	188,1765	9,04564

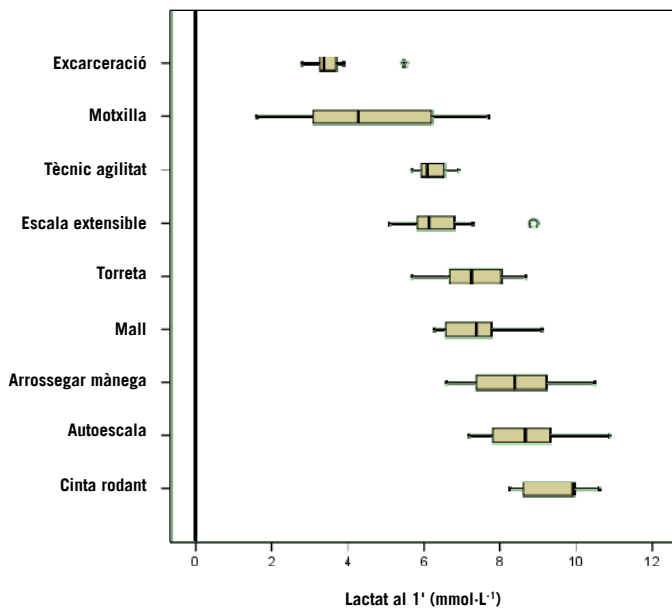
Taula 3.41. Estadístics descriptius de la variable FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) assolida en el test de cinta rodant del grup 2 (n=21), dels bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.63.** Comparació entre el percentatge de la FCmax (bat·min<sup>-1</sup>) de les variables fisicotècniques del grup 2 (n=21), dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

LACTAT MÀXIM AL 1' (MMOL·L <sup>-1</sup> )	mín.	màx.	$\bar{X}$	DS
<i>Cinta rodant</i>	6,08	13,93	9,9	2,0
<i>Pujar i baixar una autoescala</i>	5,60	12,00	8,8	1,27
<i>Arrossegar mànega</i>	5,30	10,50	8,1	1,0
<i>Colpejar un mall</i>	6,30	9,10	7,3	0,9
<i>Pujar i baixar 4 pisos torreta</i>	5,60	8,80	7,2	0,8
<i>Escala extensible</i>	4,20	8,20	6,2	0,6
<i>Circuit tècnic d'agilitat</i>	3,90	8,90	6,1	0,9
<i>Equip d'excarceració</i>	1,80	5,50	3,4	0,8
<i>Marxa de llanç. amb motxilla</i>	1,40	7,70	3,4	1,7

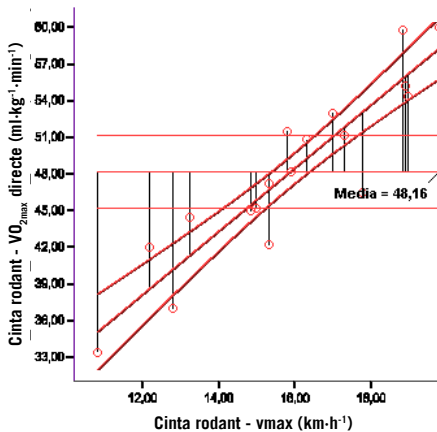
**Taula 3.42.** Estadístics descriptius de la concentració de lactat (mmol·L<sup>-1</sup>) en el primer minut de recuperació en ordre descendent (tenint en consideració la mitjana) obtinguda en cadascun dels tests fisicotècnics, versus el lactat en la cinta rodant, dels bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21).



**Figura 3.64.** Comparació entre el lactat ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) per a les variables físicotècniques i el lactat obtingut en el laboratori en cinta rodant del grup 2 ( $n=21$ ), dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

### 3.2.5.1. *Relacions*

En la *figura 3.65* es presenta la relació entre les variables  $\text{VO}_{2\text{max}}$  ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) i la velocitat màxima ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) assolida en cinta rodant ( $n=21$ ), dels bombers de la Generalitat de Catalunya, amb un coeficient de determinació  $r^2 = 0,84$ , i  $p=0,000$ .

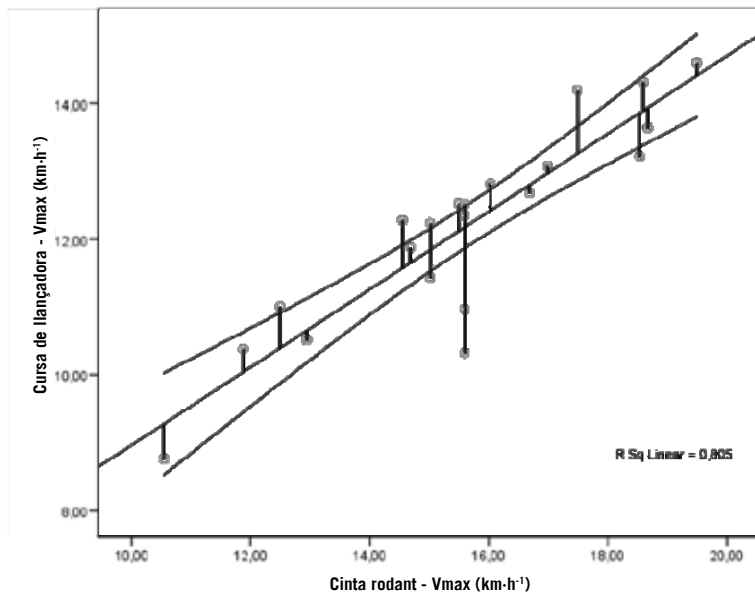


**Figura 3.65.** Relació entre el  $VO_{2max}$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) obtingut en la prova de laboratori en cinta rodant versus la  $v_{max}$  assolida ( $km \cdot h^{-1}$ ) en la cinta rodant, es presenten els valors de la mitjana amb el 95% de confiança pels intervals, i la regressió lineal amb un interval de predicció de la mitjana al 95, 30%, dels bombers de la Generalitat de Catalunya ( $n=21$ ).

En la *figura 3.66* es presenten les relacions entre les variables de condició física cursa de llançadora  $v_{max}$  ( $km \cdot h^{-1}$ ) versus cinta rodant  $v_{max}$  ( $km \cdot h^{-1}$ ) de  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

Es va trobar una correlació significativa ( $r=0,897$ ,  $r^2=,794$  i  $p=0,000$ ) entre la cursa de llançadora  $v_{max}$  en  $km \cdot h^{-1}$  (variable depenent) versus cinta rodant  $v_{max}$  en  $km \cdot h^{-1}$  (*taula 3.43 i 3.44*). El model per aquesta relació significativa va presentar coeficients no estandarditzats ( $B=3,18$ ,  $p=0,005$ ) per a la constant i per a la variable edat ( $B=0,574$ ,  $p=0,000$ ).

En la *figura 3.66* es presenta la gràfica de dispersió, els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per al cas lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear=0,794", i els pics de pantalla (distància entre els valors individuals i la línia de regressió).



**Figura 3.66.** Relació entre la  $v_{max}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) obtinguda en la prova de laboratori en cinta rodant versus la  $v_{max}$  assolida ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) en la cursa de llançadora ( $n=21$ ), dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

		CURSA LLANÇ. $v_{max}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	CINTA RODANT $v_{max}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )
$r$	Cursa llanç. $v_{max}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	1,000	0,897
	Cinta rodant $v_{max}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	0,897	1,000
Sig. (unilateral)	Cursa llanç. $v_{max}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	1	0,000
	Cinta rodant $v_{max}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	0,000	1

**Taula 3.43.** Correlacions de  $v_{max}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) de la cursa de llançadora versus  $v_{max}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) de cinta rodant de la mostra  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

MODEL	r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup>	ERROR TÍP. DE LA ESTIMACIÓ GL2	ESTADÍSTICS DE CANVI						DURBIN Sig. DEL CANVI EN F
	CANVI r <sup>2</sup>	CANVI EN F	CORREGIDA GL1		Sig. DEL	CANVI EN EN F	CANVI EN F	GL1	GL2		
					CANVI EN F						
1	0,897	0,805	0,794	0,67331	0,805	78,285	1	19	0,000	2,111	

**Taula 3.44.** Resum del model de regressió per les variables cursa de llançadora i cinta rodant.

Es presenten els resultats de l'anàlisi de variància ANOVA (*taula 3.45*), la suma de quadrats, els graus de llibertat i la mitjana quadràtica, estadístic F, el nivell de significança tant per a la regressió com pel residual. El valor de la significança de l'estadístic de F (78,285 i p=0,000) indica una alta correlació entre la variable independent  $v_{max}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) en la cinta rodant i la  $v_{max}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) de la cursa de llançadora.

MODEL		SUMA DE QUADRATS	GL	MIDA QUADRÀTICA	F	Sig.
1	Regressió	35,491	1	35,491	78,285	0,000
	Residual	8,614	19	0,453		
	Total	44,104	20			

**Taula 3.45.** Resums dels resultats de l'anàlisi de variàncies ANOVA, entre les variables cinta rodant i cursa de llançadora en relació amb  $v_{max}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), de ( $n=21$ ), dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

Relacions entre les variables IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) versus cinta rodant  $\text{VO}_{2\text{max}}$  directe ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ): va existir una correlació negativa significativa, amb un coeficient de correlació de Pearson  $r = -0,643$ ,  $p = 0,001$  ( $r^2 = 0,414$  i  $p = 0,002$ ) entre l'IMC versus cinta rodant  $v_{max}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) (*Taules 3.46, 3.47 i 3.48*).

En la *taula 3.46* es presenta el model per aquesta relació significativa, amb uns coeficients no estandarditzats ( $B = 35,52$ ,  $p = 0,005$ ) per a la constant i per a la variable edat ( $B = -2,16$ ,  $p = 0,002$ ). En la *taula 3.48* es presenten els coeficients del model de regressió.

En la *figura 3.67* es presenta la gràfica de dispersió, els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per aquest cas lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear=0,414", i els pics de pantalla (distància entre els valors individuals i la línia de regressió).

		IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	CINTA RODANT $\text{VO}_{2\text{MAX}}$ DIRECTE ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )
<b>RR</b>	IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	1,000	-0,643
	Cinta rodant $\text{VO}_{2\text{MAX}}$ directe ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	-0,643	1,000
<b>Sig. (unilateral)</b>	IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	.	0,001
	Cinta rodant $\text{VO}_{2\text{MAX}}$ directe ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	0,001	.

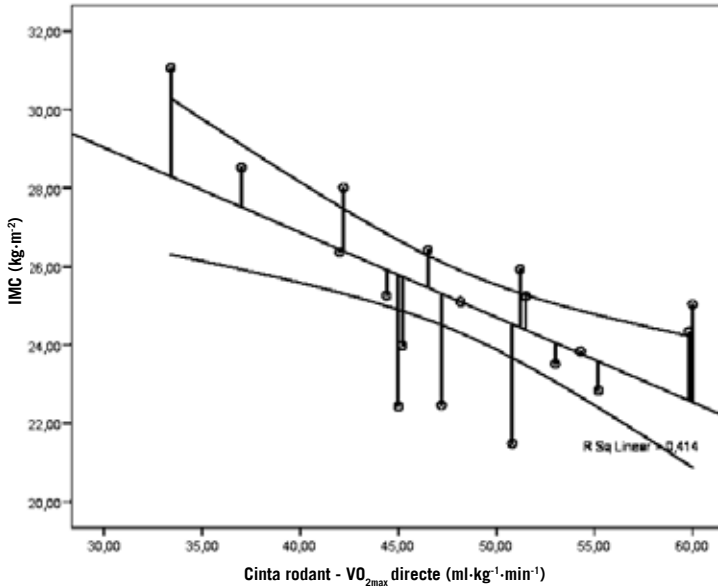
**Taula 3.46.** Correlacions de l'IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) versus cinta rodant  $\text{VO}_{2\text{MAX}}$  directe ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) de  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

MODEL	r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup>	ERROR TÍP. DE LA ESTIMACIÓ GL2	ESTADÍSTICS DE CANVI						DURBIN Sig. DEL CANVI EN F
	CANVI r <sup>2</sup> T	CANVI EN F	CORREGIDA GL1		Sig. DEL CANVI EN F	CANVI EN r <sup>2</sup>	CANVI EN F	GL1	GL2		
	1	0,643	0,414		0,383	1,74010	0,414	13,401	1	19	

**Taula 3.47.** Resum del model de regressió per les variables cinta rodant  $\text{VO}_{2\text{MAX}}$  directe ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) i IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )

MODEL	COEFICIENTS NO ESTANDARITZATS		COEFICIENTS NO ESTANDARITZATS		T	Sig.	INTERVAL DE CONFIANÇA PER A B AL 95%		CORRELACIONS			ESTADÍSTICS DE COL·LINITAT	
	B	ERROR TÍPIC	BETA	T			LÍMIT INFERIOR	LÍMIT SUPERIOR	ORDRE ZERO	PARCIAL	SEMI-PARCIAL	TOLE·RÀNCIA	FIV
1	(Constant)	35,527	2,873		12,367	0,000	29,514	41,539					
	Cinta rodant $\text{VO}_{2\text{MAX}}$ directe ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	-0,216	0,059	-0,643	-3,661	0,002	-0,340	-0,093	-0,643	-0,643	-0,643	1,000	1,000

**Taula 3.48.** Coeficients del model de regressió de les variables IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) versus  $\text{VO}_{2\text{MAX}}$  directe ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) en la cinta rodant de  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.67.** Relació entre el  $VO_{2max}$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) obtingut en la prova de laboratori en cinta rodant versus l'IMC ( $kg \cdot m^{-2}$ ) de  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

En la *taula 3.49* es presenten les correlacions entre les variables edat (anys), i temps (s) de l'autoescala, torreta i cinta rodant de la mostra  $n=21$ , dels bombers  $VO_{2max}$  directe ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) de la Generalitat de Catalunya. S'ha trobat una relació negativa significativa entre el temps (s) de la cinta rodant i la torreta ( $r= -0,729$  i  $p= 0,000$ ).

VARIABLES		EDAT (anys)	AUTOESCALA TEMPS PARCIAL (min)	TORRETA TEMPS TOTAL (min)	CINTA RODANT TEMPS (min)
Edat (anys)	<i>r</i>	1	0,395	0,145	-0,345
	<i>Sig. (bilateral)</i>		0,076	0,532	0,126
Autoescala temps (s)	<i>r</i>	0,395	1	0,320	-0,354
	<i>Sig. (bilateral)</i>	0,076		0,158	0,115
Torreta temps total (s)	<i>r</i>	0,145	0,320	1	-0,729**
	<i>Sig. (bilateral)</i>	0,532	0,158		0,000
Cinta rodant temps (s)	<i>r</i>	-0,345	-0,354	-0,729**	1
	<i>Sig. (bilateral)</i>	0,126	0,115	0,000	

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).

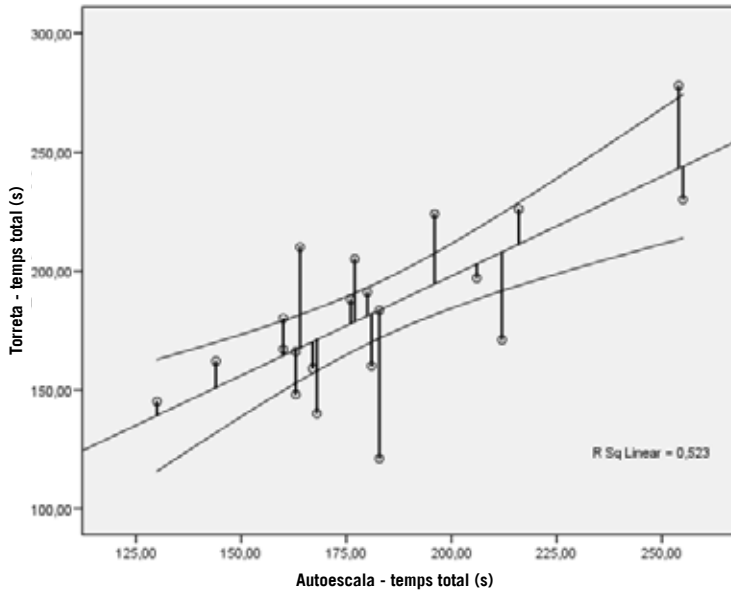


**Taula 3.49.** Correlacions entre les variables edat (anys), temps (s) de l'autoescala la torreta i la cinta rodant de la mostra  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

Va existir una correlació  $r=0,723$  ( $p=0,000$ ) significativa entre el temps total (s) en l'autoescala i el temps total (s) en la torreta (taula 3.50). En la figura 3.68 es presenta la gràfica de dispersió, els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per aquest cas lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear= 0,523", i els pics de pantalla (distància entre els valors individuals i la línia de regressió).

VARIABLES		TORRETA TEMPS TOTAL (s)	AUTOESCALA TEMPS TOTAL (s)
<b>Correlació de Pearson</b>	<i>Torreta temps total (min)</i>	1,000	0,723
	<i>Autoescala temps total (min)</i>	0,723	1,000
<b>Sig. (unilateral)</b>	<i>Torreta temps total (min)</i>	.	0,000
	<i>Autoescala temps total (min)</i>	0,000	.
<b>n</b>	<i>Torreta temps total (min)</i>	21	21
	<i>Autoescala temps total (min)</i>	21	21

**Taula 3.50.** Correlacions entre les variables temps total (s) en l'autoescala i temps total (s) en la torreta de la mostra  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.68.** Relació entre el temps (s) obtingut en la prova de l'autoescala versus la torreta de  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

En la *taula 3.51* s'observa una correlació negativa significativa ( $r = -0,852$  i  $p = 0,000$ ) entre el percentatge de greix segons Faulkner. En la *figura 3.69* es presenta la gràfica de dispersió, els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per aquest cas lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear = 0,726", i els pics de pantalla (distància entre els valors individuals i la línia de regressió).

VARIABLES		FAULKNER % GREIX	CINTA RODANT VO <sub>2max</sub> DIRECTE (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )
<b>Correlació de Pearson</b>	<b>Faulkner % greix</b>	<b>1,000</b>	<b>-,852</b>
	<b>Cinta rodant VO<sub>2max</sub> directe (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	<b>-0,852</b>	<b>1,000</b>
<b>Sig. (unilateral)</b>	<b>Faulkner % greix</b>	<b>.</b>	<b>0,000</b>
	<b>Cinta rodant VO<sub>2max</sub> directe (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	<b>0,000</b>	<b>.</b>
<b>n</b>	<b>Faulkner % grassa</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
	<b>Cinta rodant VO<sub>2max</sub> directe (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

**Taula 3.51.** Correlacions entre les variables percentatge de greix segons Faulkner i el VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de n=21, dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

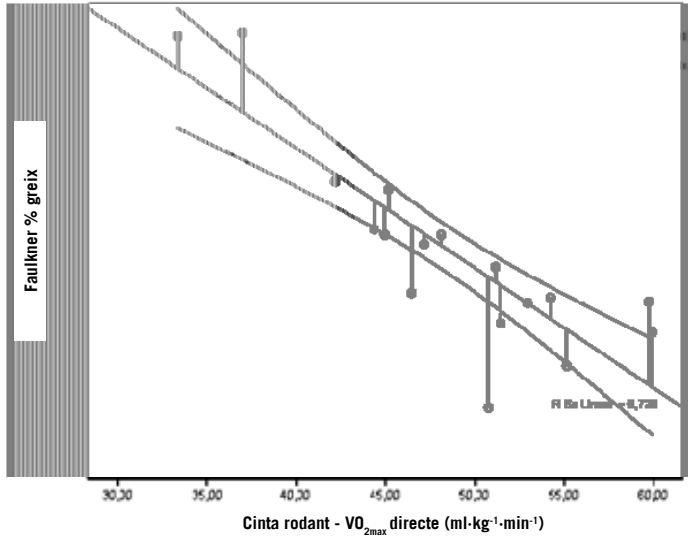
MODEL	r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> CORREGIDA	ERROR TÍP. DE LA ESTIMACIÓ	ESTADÍSTICS DE CANVI					DURBIN-WATSON
					Sig. DEL CANVI EN F	CANVI EN r <sup>2</sup>	CANVI EN F	GL1	GL2	
1	0,852	0,726	0,710	1,75362	0,000	0,726	47,575	1	18	1,216

**Taula 3.52.** Resum del model de regressió per a les variables percentatge de greix segons Faulkner i el VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de la n=21, dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

MODEL		COEFICIENTS NO ESTANDARITZATS		COEFICIENTS NO ESTANDARITZATS		T	Sig.	INTERVAL DE CONFIANÇA PER A B AL 95%		CORRELACIONS			ESTADÍSTICS DE COL·LINIALITAT	
		B	ERROR TÍPIC	BETA				LÍMIT INFERIOR	LÍMIT SUPERIOR	ORDRE ZERO	PARCIAL	SEMI-PARCIAL	TOLE·RÀNCIA	FIV
1	(Constant)	35,102	2,983			11,769	,000	28,836	41,368					
	Cinta rodant VO <sub>2max</sub> directe (ml/kg/min)	-,421	,061	-,852		-6,897	,000	-,549	-,293	-,852	-,852	-,852	1,000	1,000

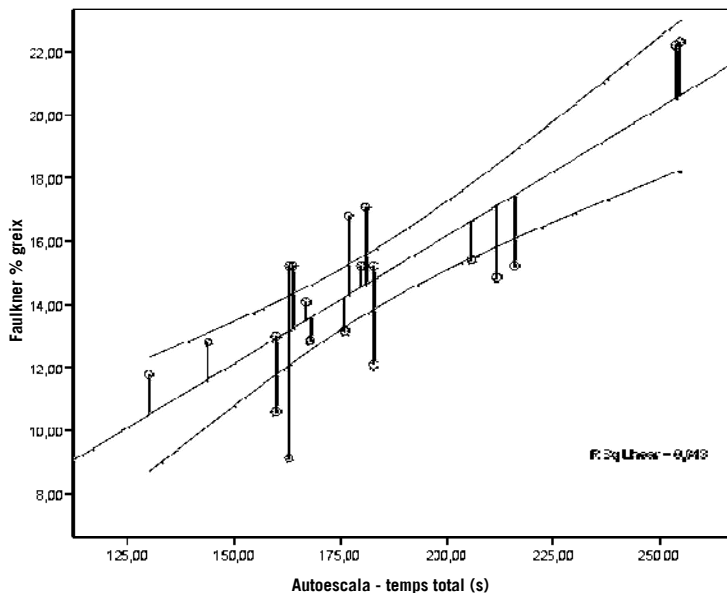
a Variable dependent: Faulkner % greix

**Taula 3.53.** Resum dels coeficients per a les variables percentatge de greix segons Faulkner i el VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de n=21, dels bombers de la Generalitat de Catalunya.



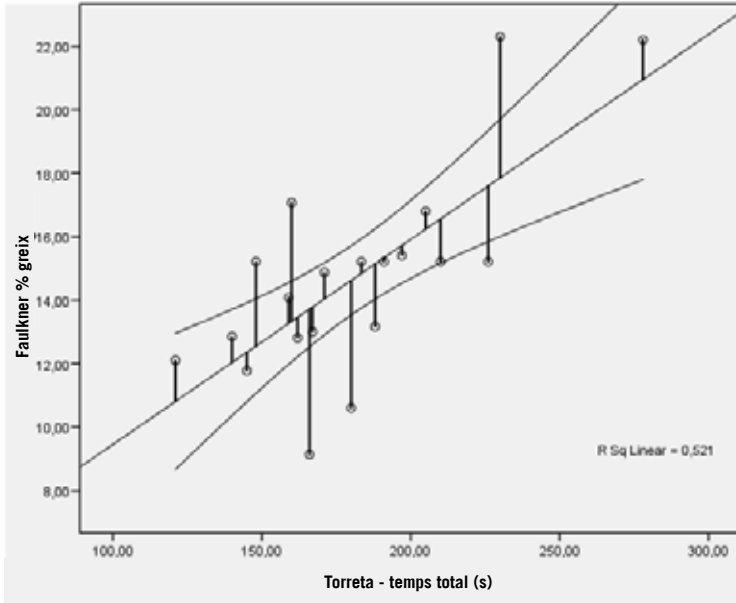
**Figura 3.69.** Relació entre el VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) obtingut en la prova de laboratori en cinta rodant versus el percentatge de greix segons Faulkner de n=21, dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

En la *figura 3.70* es presenta la relació entre el temps (s) obtingut en la prova de l'autoescala versus el percentatge de greix segons Faulkner ( $r=0,801$  i  $p=0,000$ ), la gràfica de dispersió, els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per aquest cas lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear = 0,643", i els pics de pantalla (distància entre els valors individuals i la línia de regressió).



**Figura 3.70.** Relació entre el temps (s) obtingut en la prova de l'autoescala versus el percentatge de greix segons Faulkner de  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

En la *figura 3.71* es presenta la relació entre el temps (s) obtingut en la prova de la torreta (s) versus el percentatge de greix segons Faulkner ( $r= 0,721$  i  $p= 0,001$ ), la gràfica de dispersió, els mètodes d'ajust per mitjà d'una línia de tendència per aquest cas lineal, els intervals de confiança per a la mitjana al 95%, el coeficient de determinació ( $r^2$ ) "R Sq linear = 0,521", i els pics de pantalla (distància entre els valors individuals i la línia de regressió).



**Figura 3.71.** Relació entre el temps (s) obtingut en la prova de la torreta (s) versus el percentatge de greix segons Faulkner de  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

En la *taula 3.54* es presenta una matriu de correlacions entre les variables de condició física, els tests fisicotècnics i la prova de laboratori.

**Correlacions**

Edat (any)	Composició de Peson	Estil (any)	Pre (kg)	Talla (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Perímetre Abdominal (mm)	Perímetre Cadera (mm)	AC (mm)	Suport de pes i pèss corrents (m)	Falguet % pressa	Escaia (s)	Mall Temps total (s)	Aeròbic (s)	Abolució Temps total (s)	Temps (s)	Ticks, saltos (s)	Agilitat Temps total (s)	Precedi sobre banc Temps (s)	Mòdul Temps total (s)	Cima rodant Temps (s)
1	Composició de Peson	1	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
2	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	Composició de Peson	2	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
4	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	Composició de Peson	3	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
6	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	Composició de Peson	4	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
8	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	Composició de Peson	5	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
10	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	Composició de Peson	6	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
12	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	Composició de Peson	7	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
14	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	Composició de Peson	8	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
16	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	Composició de Peson	9	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
18	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	Composició de Peson	10	320	1.70	21	82	92	74	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
20	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

\* La correlació es significant al nivell 0.05 (bilateral)  
 \*\* La correlació es significant al nivell 0.01 (bilateral)

Taula 3.54. Matriu de correlacions entre les variables de condició física, els tests fisiotècnics i la prova de laboratori.

### 3.3. COMPARACIÓ ENTRE LA MOSTRA 1 (n=47) I LA MOSTRA 2 (n=21)

Per al procés d'extracció de la mostra (mostreig)  $n=21$ , a partir d'una mostra de bombers amb  $n=47$ , es van tenir en compte els criteris d'inclusió següents: l'edat en anys i l'IMC en quilograms entre el quadrat de l'alçada expressat en metres ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

La representativitat de la mostra es va realitzar per mitjà de la prova de Levene per a la igualtat de variàncies i la prova T per a la igualtat de mitjanes.

En la *taula 3.55* es presenten els estadístics descriptius de les variables antropomètriques: edat (anys), pes (kg), talla (m) i IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de les dues mostres dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

	GRUP	n	$\bar{X}$	DS	ERROR TÍPIC DE LA $\bar{X}$
<i>Edat (anys)</i>	1	47	38,5	9,7	1,4
	2	21	39,3	9,2	2,0
<i>Pes (kg)</i>	1	47	76,1	10,4	1,5
	2	21	75,5	9,5	2,1
<i>Talla (m)</i>	1	47	1,72	0,1	0,01
	2	21	1,73	0,1	0,01
<i>IMC (<math>\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}</math>)</i>	1	47	25,4	2,5	0,3
	2	21	25,1	2,2	0,5

**Taula 3.55.** Estadístics descriptius de les variables antropomètriques: edat (anys), pes (kg), talla (m) i IMC ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) per a les dues mostres de bombers de la Generalitat de Catalunya.



PROVES DE LEVENE PER A LA IGUALTAT DE VARIÀNCIES						PROVA T PER A LA IGUALTAT DE $\bar{x}$				
		F	Sig.	T	GL	SIGNIFI- CANÇA (BILATE- RAL)	DIFE- RÈNCIA DE LA $\bar{x}$	ERROR TÍPIC DE LA DIFE- RÈNCIA	95% INTERVAL DE CONFIANÇA PER A LA DIFERÈNCIA	
									SUP.	INF.
Edat (anys)	S'han assumit variàncies iguals	0,844	0,362	-0,313	66	0,755	-0,78	2,5	-5,7	4,2
	No s'han assumit variàncies iguals			-0,320	40,6	0,750	-0,78	2,4	-5,7	4,1
Pes (kg)	S'han assumit variàncies iguals	1,184	0,281	0,211	66	0,833	0,56	2,6	-4,7	5,8
	No s'han assumit variàncies iguals			0,219	41,7	0,828	0,56	2,5	-4,6	5,7
Talla (m)	S'han assumit variàncies iguals	0,758	0,387	-0,083	66	0,934	-0,001	0,019	-0,03963	0,03
	No s'han assumit variàncies iguals			-0,087	43,9	0,931	-0,001	0,018	-0,03798	0,03
IMC (kg·m <sup>-2</sup> )	S'han assumit variàncies iguals	0,978	0,326	0,404	66	0,688	0,25	0,63	-1,01459	1,52
	No s'han assumit variàncies iguals			0,424	43,3	0,674	0,25	0,60	-0,96644	1,48

**Taula 3.56.** Prova T per a la igualtat de mitjanes per a les variables de condició física agilitat i cursa de llançadora, de mostres independents per als dos grups de bombers de la Generalitat de Catalunya.

No es van trobar diferències significatives ( $p \leq 0,05$ ) entre les mitjanes (prova T), com tampoc entre les variàncies (prova de Levene) de les variables antropomètriques edat, pes, talla, i IMC, de la mostra  $n=47$  i de la mostra  $n=21$ , de bombers de la Generalitat de Catalunya (taula 3.56).

En la taula 3.57 es presenten els estadístics descriptius de les variables de condició física agilitat i cursa de llançadora.

	GRUP	n	$\bar{X}$	DS	ERROR TÍPIC DE LA $\bar{X}$
<i>Agilitat temps parcial (s)</i>	1	47	13,24	1,39	0,20
	2	21	13,79	2,01	0,43
<i>Agilitat temps total (s)</i>	1	47	21,12	1,95	0,28
	2	21	21,48	2,27	0,49
<i>Agilitat FCmax (bat·min<sup>-1</sup>)</i>	1	47	171,11	11,10	1,61
	2	21	173,03	9,89	2,15
<i>Agilitat percentil</i>	1	47	49,53	29,78	4,34
	2	21	47,14	30,16	6,58
<i>CL temps (s)</i>	1	47	941,21	173,76	25,34
	2	21	920,14	178,199	38,88
<i>CL esglaió (núm.)</i>	1	47	15,68	2,89	0,42
	2	21	15,33	2,96	0,64
<i>CL vmax (km·hr<sup>-1</sup>)</i>	1	47	12,34	1,44	0,21
	2	21	12,16	1,48	0,32
<i>CL VO<sub>2max</sub> (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</i>	1	47	46,62	8,68	1,26
	2	21	45,56	8,90	1,94

**Taula 3.57.** Estadístics descriptius de les variables de condició física agilitat i cursa de llançadora per a les dues mostres de bombers de la Generalitat de Catalunya.

PROVES DE LEVENE PER A LA IGUALTAT DE VARIÀNCIES						PROVA T PER A LA IGUALTAT DE X <sup>2</sup>				
		F	Sig.	T	GL	SIGNIFI- CANÇA (BILATE- RAL)	DIFE- RÈNCIA DE LA X	ERROR TÍPIC DE LA DIFE- RÈNCIA	95% INTERVAL DE CONFIANÇA PER A LA DIFERÈNCIA	
									SUP.	INF.
Agilitat temps parcial (s)	S'han assumit variàncies iguals	3,167	0,080	-1,3	66	0,194	-0,55367	0,42200	-1,39	0,28
	No s'han assumit variàncies iguals			-1,1	28,940	0,262	-0,55367	0,48403	-1,54	0,43
Agilitat temps total (s)	S'han assumit variàncies iguals	1,032	0,313	-0,6	66	0,510	-0,35701	0,53903	-1,43	0,71
	No s'han assumit variàncies iguals			-0,6	33,753	0,537	-0,35701	0,57170	-1,51	0,80
Agilitat FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	S'han assumit variàncies iguals	0,082	0,775	-0,6	66	0,500	-1,91472	2,82121	-7,54	3,71
	No s'han assumit variàncies iguals			-0,7	42,937	0,482	-1,91472	2,69810	-7,35	3,52
Agilitat percentil	S'han assumit variàncies iguals	0,018	0,894	0,3	66	0,762	2,38906	7,84772	-13,27	18,05
	No s'han assumit variàncies iguals			0,3	38,075	0,764	2,38906	7,88677	-13,57	18,35
CL temps (s)	S'han assumit variàncies iguals	0,000	0,996	0,458	66	0,648	21,06991	45,96550	-70,70318	112,84
	No s'han assumit variàncies iguals			0,454	37,649	0,652	21,06991	46,41739	-72,92597	115,06
CL esglaió (núm.)	S'han assumit variàncies iguals	0,000	0,996	0,458	66	0,648	0,35117	0,76609	-1,17839	1,88
	No s'han assumit variàncies iguals			0,454	37,649	0,652	0,35117	0,77362	-1,21543	1,91
CL vmax (km·h <sup>-1</sup> )	S'han assumit variàncies iguals	0,000	0,996	0,458	66	0,648	0,17558	0,38305	-0,58919	0,94
	No s'han assumit variàncies iguals			0,454	37,649	0,652	0,17558	0,38681	-0,60772	0,95
CL VO <sub>2max</sub> individual	S'han assumit variàncies iguals	0,000	0,996	0,458	66	0,648	1,05350	2,29828	-3,53516	5,64
	No s'han assumit variàncies iguals			0,454	37,649	0,652	1,05350	2,32087	-3,64630	5,75

Taula 3.58. Prova T per a la igualtat de mitjanes de condició física agilitat i cursa de llançadora, de mostres independents per als dos grups de bombers de la Generalitat de Catalunya.

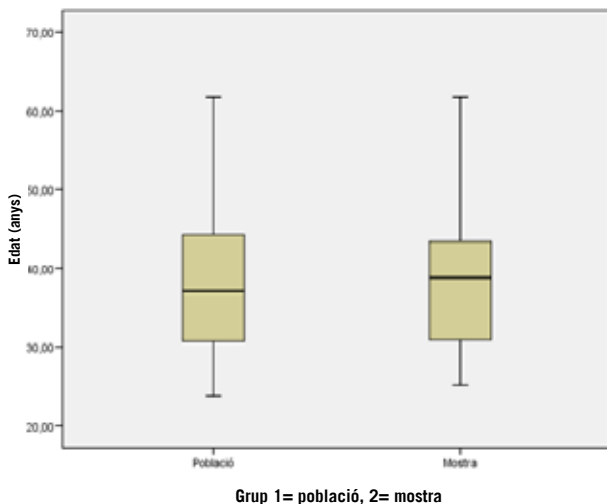
No es van trobar diferències significatives ( $p \leq 0,05$ ) entre les mitjanes (prova de T), com tampoc entre les variàncies (prova de Levene) entre les variables agilitat i cursa de llançadora entre la mostra 1  $n=47$  i de la mostra 2  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya (*taula 3.58*).

Per tant, en no trobar diferències significatives entre les variables antropomètriques (edat, pes, talla i IMC), i de condició física (agilitat i cursa de llançadora) entre la mostra 1  $n=47$  i de la mostra 2  $n=21$ , dels bombers de la Generalitat de Catalunya, ens porta a concloure que la mostra 2  $n=21$  és representativa de la mostra 1  $n=47$ .

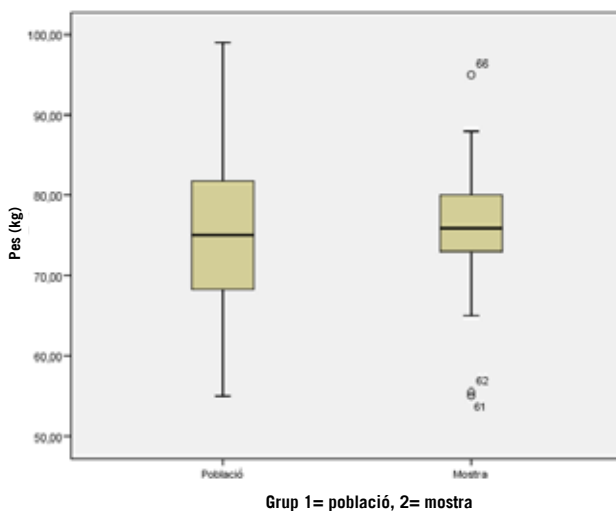
GRUP		SHAPIRO-WILK		
		Estadístic	GL	Sig.
<b>Edat (anys)</b>	1	0,937	47	0,014
	2	0,933	21	0,155
<b>Pes (kg)</b>	1	0,985	47	0,802
	2	0,946	21	0,291
<b>Talla (m)</b>	1	0,974	47	0,369
	2	0,935	21	0,173
<b>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</b>	1	0,956	47	0,078
	2	0,941	21	0,224

**Taula 3.59.** Proves de normalitat per a les variables edat (anys), pes (kg), talla (m) i IMC (kg·m<sup>-2</sup>), de la mostra 1 ( $n=47$ ) i 2 ( $n=21$ ) dels bombers de la Generalitat de Catalunya.

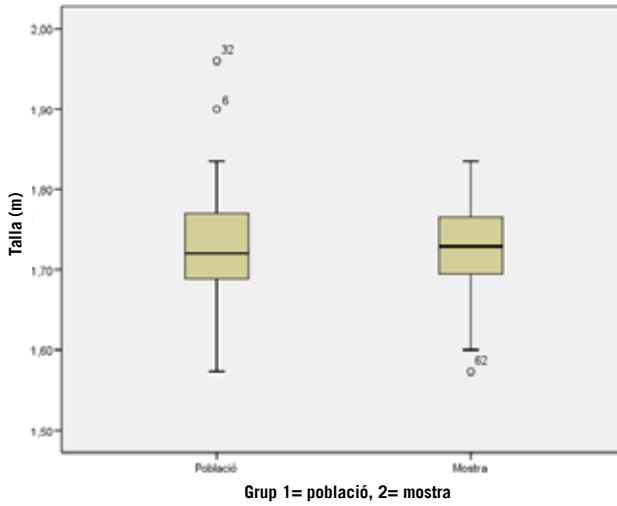
Per les *taules 3.60 i 3.61* es presenten les proves de normalitat per les variables agilitat i cursa de llançadora respectivament. En les *figures 3.72, 3.74 i 3.75* es presenta la comparació entre les dues mostres de bombers ( $n=47$  i  $n=21$ ) de les variables edat (anys), pes (kg), talla (m) i IMC (kg·m<sup>-2</sup>) per mitjà del diagrama de caixa i bigotis.



**Figura 3.72.** Comparació dels dos grups (grup 1  $n=47$  – grup 2  $n=21$ ) de bombers de la Generalitat de Catalunya per a la variable edat (anys).



**Figura 3.73.** Comparació dels dos grups (grup 1  $n=47$  – grup 2  $n=21$ ) de bombers de la Generalitat de Catalunya per a la variable pes (kg).



**Figura 3.74.** Comparació dels dos grups (grup 1  $n=47$  - grup 2  $n=21$ ) de bombers de la Generalitat de Catalunya per a la variable talla (m).

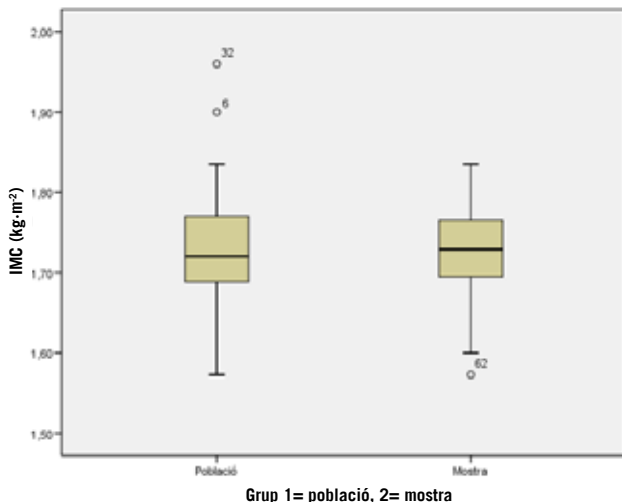
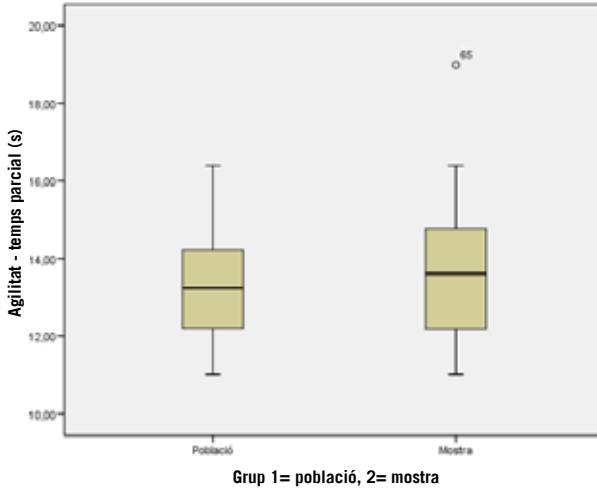


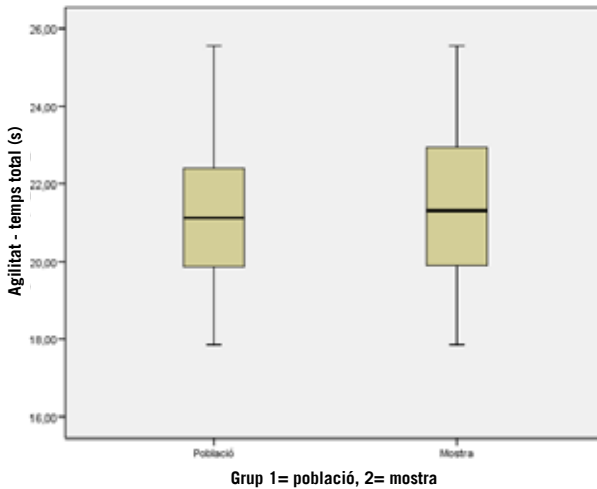
Figura 3.75. Comparació dels dos grups (grup 1  $n=47$  – grup 2  $n=21$ ) de bombers de la Generalitat de Catalunya per a la variable IMC ( $\text{Kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

GRUP		SHAPIRO-WILK		
		Estadístic	GL	Sig.
Agilitat temps parcial (s)	1	0,966	47	0,184
	2	0,941	21	0,224
Agilitat temps total (s)	1	0,967	47	0,200
	2	0,955	21	0,430
Agilitat FCmax (bat·min <sup>-1</sup> )	1	0,943	47	0,024
	2	0,943	21	0,245
Agilitat percentil	1	0,955	47	0,070
	2	0,950	21	0,343

Taula 3.60. Proves de normalitat per a la variable d'agilitat per als dos grups de bombers de la Generalitat de Catalunya.



**Figura 3.76.** Comparació dels dos grups (grup 1 n=47 –grup 2 n=21) de bombers de la Generalitat de Catalunya per a la variable agilitat en temps parcial (s).



**Figura 3.77.** Comparació dels dos grups (grup 1 n=47 –grup 2 n=21) de bombers de la Generalitat de Catalunya per a la variable agilitat en temps total (s).



# 4. DISCUSSIÓ

---

*pàg. 229-240*



## 4. DISCUSSIÓ

### a. Tests fisicotènics i capacitats físiques

Tots els estudis als quals hem tingut accés que analitzen els requeriments i les demandes físiques dels bombers assenyalen el  $VO_{2max}$  com un dels indicadors de referència a l'hora de determinar-ne el rendiment.

Països com Austràlia, Canadà, els EUA, Islàndia, Finlàndia, Noruega, Polònia, Suècia i el Regne Unit han valorat els seus col·lectius de bombers. La mitjana obtinguda en relació amb el  $VO_{2max}$  sobre 23 estudis realitzats per diferents països és de  $47,05 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \pm 5,04$  (*taula 4.1*), mentre que els consums màxims d'oxigen de la mostra de 21 bombers de la Generalitat de Catalunya ha estat de  $48,15 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \pm 6,6$ , sense observar-hi diferències significatives (prova  $t = -1,039$   $p = 0,310$ ).

Cal tenir precaució, però, a l'hora de comparar resultats entre estudis, ja que els protocols utilitzats han estat diversos i, fins i tot, en alguns estudis no s'expliquen com s'ha arribat a l'obtenció dels consums màxims d'oxigen. En una anàlisi més detallada, hem comparat el  $VO_{2max}$  únicament amb aquells estudis que han utilitzat test en cinta rodant, tal com es va fer amb la mostra 2 ( $n=21$ ) del grup de bombers de la Generalitat de Catalunya, i de 9 estudis analitzats es va obtenir una mitjana de  $VO_{2max}$  de  $47,0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \pm 4,9$  davant els  $48,15 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \pm 6,6$  de la mostra de bombers de la Generalitat, amb la qual cosa tampoc s'observen diferències significatives (prova  $t = -0,771$   $p = 0,459$ ).



A continuació esmentem en ordre descendent l'exigència física dels tests fisicotècnics, d'acord amb el nivell energètic mesurat a partir del percentatge de la FC<sub>max</sub> (bat·min<sup>-1</sup>), i, així mateix, també adjuntem per a cadascun dels tests les concentracions de lactat en sang al primer minut de recuperació:

1. Colpejar amb un mall, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $93,56 \pm 4,7$  i una concentració de lactat de  $7,3 \pm 0,9$  al primer minut de recuperació.
2. Pujar i baixar una autoescala, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $92,88 \pm 4,8$  i una concentració de lactat de  $8,8 \pm 1,2$  al primer minut de recuperació.
3. Pujar i baixar 4 pisos d'una torreta, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $91,21 \pm 4,8$  i una concentració de lactat de  $7,2 \pm 0,8$  al primer minut de recuperació.
4. Transportar pujar i baixar una escala extensible, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $91,16 \pm 4,7$  i una concentració de lactat de  $6,2 \pm 0,6$  al primer minut de recuperació.
5. Circuit fisicotècnic d'agilitat, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $90,49 \pm 4,6$  i una concentració de lactat de  $6,1 \pm 0,9$  al primer minut de recuperació.
6. Arrossegar una mànega, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $90,48 \pm 4,7$  i una concentració de lactat de  $8,1 \pm 1,0$  al primer minut de recuperació.
7. Marxa de llançadora amb motxilla forestal, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $83,04 \pm 12,9$  i una concentració de lactat de  $3,4 \pm 1,7$  al primer minut de recuperació.
8. Treball amb eines pesants: equip d'excarceració, amb una FC<sub>max</sub> mitjana (%) de  $72,46 \pm 8,0$  i una concentració de lactat de  $3,4 \pm 0,8$  al primer minut de recuperació.

Dels vuit tests fisicotècnics esmentats, sis conformen un primer conglomerat (mall, autoescala, escala extensible, torreta, tècnic d'agilitat i arrossegar mànegues) amb una alta exigència metabòlica aeròbica-anaeròbica d'entre el 90% i 94% de la FC<sub>max</sub>, i unes concentracions de lactat entre 6 a 9 mmol·L<sup>-1</sup> al primer minut de recuperació que suggereixen una alta exigència anaeròbica, condicionada pel potencial de VO<sub>2max</sub> de cada bomber.

El segon conglomerat, format pels tests de la motxilla i excarceració, sol·liciten el metabolisme aeròbic amb una FC<sub>max</sub> mitjana del 83% i 72% respectivament, i uns valors mitjans en concentracions de lactat de

3,4 (mmol·L<sup>-1</sup>) al primer minut de recuperació que corroboren la sol·licitació d'aquest metabolisme.

Aquests resultats coincideixen amb la descripció que Scott et al. (1998) i Bos et al. (2004) fan de la feina del bomber: «esforços de baixa intensitat amb d'altres d'intensitat variable amb pics d'alta i molt alta intensitat».

És indubtable, doncs, que els equips de protecció individual (EPI) juguen un paper determinant en l'augment de l'exigència metabòlica durant les tasques d'extinció de focs i salvaments. Per a Holmer i Gavhed (2007), de cinc activitats fisicotècniques proposades la que exigia majors nivells de VO<sub>2max</sub> era el test de pujar escales amb tot l'equip d'intervenció fins a un tercer pis. Si a l'esforç de pujar les escales amb l'EPI, hi afegim els equips de respiració autònoms (ERA) i haver de carregar material pesat, com, per exemple, un ariet per abatre portes, aquesta es converteix sens dubte en una de les tasques de major demanda de consum d'oxigen tal com va succeir en les bateries de proves proposades per Lemon i Hermiston (1997), O'Connell et al., (1986), Gledhill i Jamnik (1992), von Hermiston (2006), Holmer i Gavhed (2007).

En el cas del test de pujar i baixar una torreta de 4 pisos, el bomber portava tot l'EPI i l'ERA, però l'exigència hagués estat encara major si en comptes de carregar una mànega plegada de 20 m hagués hagut de pujar escales amunt un estri més pesat com ara un ariet.

També convé destacar que sovint les accions que impliquen R es presenten de forma simultània amb accions que demanden F, com per exemple, accés forçat, arrossegar mànegues, accions de picar o cavar, rescat de víctimes, etc. (Blizon et al., 2001; Davis et al., 1982; Rhea et al., 2004; i Williford et al., 1999). Cadascun dels tests fisicotècnics proposats en la mostra 2 (n=21), han simulat diferents accions a les quals s'ha d'enfrontar el bomber. El fet que el conjunt dels tests hagi resultat d'alta exigència metabòlica suggereix que hi ha un ventall de tasques a resoldre que són equivalents i totes altament exigents, com també ha succeït amb d'altres investigacions en què de 5 proves fisicotècniques administrades totes van resultar d'alta exigència (Lemon i Hermiston, 1997).

La prova de l'autoescala es correlaciona amb el test fisicotècnic de la torreta en relació amb el temps ( $r=0,72$   $p=0,000$ ), i amb el test físic de l'agilitat ( $r=0,72$   $p=0,000$ ) i presenta una correlació negativa amb la cursa de llançadora de  $r=-0,72$   $p=0,000$  i amb la cinta de  $r=-0,83$   $p=0,000$  i

amb el  $VO_{2max}$   $r = -0,84$   $p = 0,000$ , però no té correlació amb la resta de tests fisicotècnics amb un component més o menys important d'habilitat. De la mateixa manera, el test de la torreta està correlacionat amb els tests físics d'agilitat, la cursa de llançadora, cinta rodant i  $VO_{2max}$  (torreta *versus* agilitat  $r = 0,63$   $p = 0,002$ ; torreta *versus* cursa de llançadora  $r = 0,64$   $p = 0,002$ ; torreta *versus* cinta rodant  $r = -0,73$   $p = 0,000$ ; torreta *versus*  $VO_{2max}$   $r = -0,78$   $p = 0,000$ ). Aquestes relacions ens permeten afirmar que l'autoescala i la torreta són els tests fisicotècnics que ens permetrien estimar millor la potència màxima aeròbica.

El test del mall i l'escala extensible estan correlacionats significativament ( $r = 0,72$   $p = 0,000$ ), però no mantenen cap relació amb la variable temps (s) ni amb els tests físics, ni amb els tests fisicotècnics autoescala i torreta de clar component físic, la qual cosa suggereix que el component tècnic i d'habilitat són molt destacats en aquests dos tests.

En relació amb la força Henderson, Berry i Matic (2007) exposen que la valoració de la força a partir dels exercicis pressió sobre banc, traccions de politja alta i *hand grip* són bons predictors de la variable temps a l'hora de resoldre diferents tasques. En els resultats obtinguts en el nostre estudi, l'exercici pressió sobre banc únicament va presentar correlacions amb els tests físics agilitat, cursa de llançadora i cinta rodant (pressió sobre banc *versus* agilitat  $r = -0,46$   $p = 0,000$ ; *versus* cursa de llançadora  $r = 0,46$   $p = 0,038$ ; *versus* cinta rodant  $r = 0,54$   $p = 0,012$ ) i una correlació gairabé significativa amb la variable temps de l'autoescala que té un alt component físic ( $r = 4,3$   $p = 0,053$ ).

En altres investigacions el test de *hand grip* ha estat un dels més utilitzats en la valoració del col·lectiu de bombers per la seva forta correlació amb la força de tren superior (Bilzon et al., 2001; Davis, et al., 1982; Doolittle et al., 1979; Leyk, et al., 2007; Rhea, Alvar, i Gray, 2004; Williford, Duey, Olson, Howard, i Wang, 1999). Doolittle (1979), recomana que els bombers haurien de ser capaços de realitzar un exercici de pressió d'espatlles amb el que ell anomena un "mínim estàndard" de 43 kg i un "estàndard ideal" de 54,5 kg, i tanmateix un rull de braços amb un mínim estàndard de 45 kg i un estàndard ideal de 54,5 kg.

La capacitat d'equilibri s'ha valorat de forma indirecta per mitjà dels tests fisicotècnics, ja que s'han utilitzat tots aquells elements que obliguen a altes demandes d'equilibració com són els equips ERA, els vestits aïllants antitèrmics, les botes, les ulleres i el casc (Hsiao i Simeonov, 2001).

El test de la torreta va ser l'únic en què el bomber va haver de portar posat tot l'EPI i l'ERA; d'altra banda, les tasques que més van comprometre l'E van ser l'acció de passar per sobre un tauló, córrer per sobre set pneumàtics en el circuit d'agilitat, i pujar escales en el test de l'autoescala i escala extensible. Malgrat que es disposa de diversos tests de camp i de laboratori per valorar la capacitat d'E, la validesa i la fiabilitat no han estat establertes en grups de població actius (Pohjonen, 2001).

En relació amb l'anàlisi del tipus de tasques pròpies dels Bombers de la Generalitat de Catalunya que van fer un grup d'especialistes d'aquest cos, queda de manifest que no només coincideixen en el tipus d'accions (aixecar, transportar, estirar, arrossegar i empènyer objectes, i treballar amb objectes davant del cos) sinó que coincideixen el tipus de serveis i intervencions que han de resoldre. L'estudi de Gredhill i Jamnik (1992a) ha estat la referència que han utilitzat els diferents països que han investigat sobre les demandes físiques en els cossos de bombers. Aquestes anàlisis permeten suggerir, que les capacitats físiques bàsiques determinants que requereix el bomber de la Generalitat de Catalunya són:

- Força màxima i submàxima (tant de tren inferior com superior), elásticoexplosiva (especialment de tren superior), relativa i resistència a la força de totes les manifestacions descrites.
- Resistència general, local, dinàmica, estàtica, aeròbica i anaeròbica.
- Capacitats coordinatives, especialment capacitat d'orientació i capacitat d'equilibri estàtic i dinàmic.
- Habilitat en les tècniques específiques.
- L'amplitud de moviment no és un factor limitant del rendiment del bomber. Les necessitats de flexibilitat queden reduïdes als nivells necessaris associats amb la salut.

## b. Variables IMC i edat

D'altra banda, mantenir una composició corporal adequada sembla del tot necessari per poder rendir en una professió d'alta exigència física. Els resultats en aquest sentit han estat aclaparadors i correlacionen clarament l'excés de massa greixosa amb pobres consums màxims d'oxigen relatius (IMC *versus*  $VO_{2max}$  en cinta rodant  $R = -0,643$   $p = 0,001$ ; percentatge de greix *versus*  $VO_{2max}$  en cinta rodant  $R = -0,852$   $p = 0,000$ ;



Així doncs, aquells bombers que tenien majors percentatges de massa de greix van aguantar menys temps en el test de la cinta rodant i la cursa de llançadera i van necessitar més temps per completar el test de l'autoescala i la torreta (temps "s" obtingut en l'autoescala *versus* percentatge de greix  $R=0,801$   $p=0,000$ ; temps "s" obtingut en la torreta *versus* percentatge de greix  $R=0,72$   $p=0,001$ ).

Cal no perdre de vista, però, que gairebé tots els estudis fan referència a la composició corporal a partir de l'IMC o índex de Quetelet, que relaciona el pes amb l'alçada, dividint el pes en quilograms entre el quadrat de l'alçada expressat en metres. En el cas d'individus ben musculats i amb un biotipus amb tendència mesomòrfica l'IMC pot donar valors incorrectes en interpretar el pes de la massa muscular com excés de greix. Per aquest motiu, a més de considerar l'IMC es va estimar el percentatge de greix a partir de la fórmula de Yuhasz (1962, modificada per Carter, 1982).

En relació amb l'edat, és sabut que es perden aproximadament 5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> per dècada a partir dels 30 anys, tant en subjectes entrenats com en desentrenats (Burkirk i Hodgson, 1987; Wilson i Tanaka, 2000). Així, en tots aquells tests en què hi ha un clar component físic el rendiment ha anat empitjorant amb l'edat. Però es important assenyalar que en aquells tests que tenen un alt component tècnic, com el test del mall o l'escala extensible, l'edat no ha estat una variable predictora del rendiment. En altres paraules, l'edat pot ésser una predictora del rendiment en aquelles accions o requeriments de caire físic però no en aquelles tasques en què a més del component físic hi hagi un component tècnic important.

### **c. Aplicacions pràctiques**

Tot i que la valoració de la condició física pot abordar-se a partir de les clàssiques bateries de valoració utilitzades arreu, i sense qüestionar-ne ni la validesa ni la fiabilitat, sovint aquestes estimen variables que poden no ajustar-se a les necessitats reals del col·lectiu en qüestió (Hosler, 1978). El bomber professional requereix valoracions que li permetin conèixer la seva competència física a partir d'accions fisicotècniques reals. Creiem, però, que els tests fisicotècnics haurien d'anar dirigits únicament al col·lectiu de bombers professionals i no pas a aspirants al Cos de Bombers.

Els aspirants a bombers poden ser valorats a partir de les proves estandarditzades, ja que l'objectiu és seleccionar individus amb unes deter-

minades capacitats físiques i no té sentit valorar habilitats tècniques específiques que encara no coneixen; a més, aquest tipus de proves permeten protocols més funcionals que faciliten el procés de la valoració de grans grups.

Els tests fisicotècnics han mostrat unes mitjanes de  $VO_{2max}$ , FC i lactats suficientment elevades que permeten valorar tant el metabolisme aeròbic com anaeròbic. Així mateix, les demandes de F, resistència a la F, equilibri i habilitat han estat requerides a partir d'accions tècniques reals.

Els resultats de la investigació han mostrat diferents conglomerats de correlacions que podrien permetre reduir de 8 a 3 els tests fisicotècnics. Entenem, però, que han de ser els cossos de bombers els que en funció de criteris de viabilitat i funcionalitat facin aquesta tria final. Un exemple: el test de la torreta i l'autoescala estan correlacionats i un criteri per fer la tria pot ser el nombre de parcs que disposen de torreta i de vehicles amb autoescala. Si finalment les unitats d'un i altre element són limitades, podrien arribar a validar-se tots dos tests per poder administrar-ne un o altre en funció de la disponibilitat de cada parc.





# 5.

## CONCLUSIONS

---

*pàg. 241-246*



## 5. CONCLUSIONS

En funció de l'estat de la qüestió, dels resultats obtinguts, i de l'anàlisi i discussió, presentem les conclusions que pretenen donar resposta a les hipòtesis i als objectius plantejats en aquesta tesi.

### A. Conclusions de la part teòrica

- a.1** Les tasques que han de resoldre els Bombers de la Generalitat de Catalunya són equivalents a les d'altres col·lectius de bombers estudiats a nivell internacional.
- a.2** En relació amb la capacitat cardiovascular, la mitjana dels valors mínims  $VO_{2max}$  relatiu que es recomana per rendir amb eficàcia en les tasques d'extinció de focs, rescats i sinistres és de  $41,87 \pm 5,8$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.
- a.3** Les capacitats físiques bàsiques més significatives que requereix un bomber són:
- Força màxima i submàxima (tant de tren inferior com superior), elásticoexplosiva (especialment de tren superior), relativa, i resistència a la força de totes les manifestacions descrites.
  - Resistència aeròbica, anaeròbica, general, local, dinàmica i estàtica.
  - Capacitats coordinatives, especialment capacitat d'orientació i capacitat d'equilibri estàtic i dinàmic.
  - Habilitat en les tècniques específiques.

- Tanmateix, l'amplitud de moviment no és un factor limitant del rendiment del bomber. Les necessitats de flexibilitat queden reduïdes als nivells necessaris associats amb la salut.

## B. Conclusions en relació amb l'exigència física dels tests fisicotècnics per a la mostra 2 n=21

- b.1** Hi ha un primer grup de sis tests fisicotècnics (mall, autoescala, escala extensible, torreta, tècnic d'agilitat i arrossegat mànegues) que es troben a un nivell d'alta exigència metabòlica aeròbica-anaeròbica d'entre el 90% i el 94% de la  $FC_{max}$ , i unes concentracions de lactat entre 6 i 9 mmol·L<sup>-1</sup> al primer minut de recuperació, que suggereixen una alta exigència anaeròbica, condicionada pel potencial de  $VO_{2max}$  de cada bomber.
- b.2** El segon grup format pels tests de la motxilla i excarceració sol·licita el metabolisme aeròbic amb una  $FC_{max}$  mitjana del 83% i el 72%, respectivament, i uns valors mitjans en concentracions de lactat de 3,4 mmol·L<sup>-1</sup> al primer minut de recuperació, que corroboren la sol·licitació d'aquest metabolisme.
- b.3** Els consums màxims d'oxigen obtinguts per la mostra de 21 bombers de la Generalitat de Catalunya ( $VO_{2max}$  48,15 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> ± 6,6) coincideixen amb els consums obtinguts amb la mitjana de 23 estudis internacionals corresponents a col·lectius de bombers d'11 països diferents ( $VO_{2max}$  47,05 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> ± 5,04), sense diferències significatives (prova t= -1,039 p= 0,310).
- b.4** La mostra estudiada dels bombers de la Generalitat de Catalunya (n=21) ha obtingut una mitjana de  $VO_{2max}$  relatiu (48,15 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> ± 6,6) superior a la mitjana dels nivells mínims recomanats en la bibliografia internacional (41,87 ± 5,8 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>).
- b.5** Els tests fisicotècnics de l'autoescala i la torreta, que estan correlacionats amb el temps (r=0,72 p=0,000), són els que presenten un component físic més important correlacionant-se amb tots els tests físics.



Autoescala versus agilitat  $r = 0,72$   $p = 0,000$ ; autoescala versus cursa de llançadora  $r = -0,72$   $p = 0,000$ ; autoescala versus cinta rodant  $r = -0,83$   $p = 0,000$ ; autoescala versus  $VO_{2max}$   $r = -0,84$   $p = 0,000$ ; torreta versus agilitat  $r = 0,63$   $p = 0,002$ ; torreta versus cursa de llançadora  $r = 0,64$   $p = 0,002$ ; torreta versus cinta rodant  $r = -0,73$   $p = 0,000$ ; torreta versus  $VO_{2max}$   $r = -0,78$   $p = 0,000$ .

- b.6** Els tests fisicotècnics de l'escala extensible i el mall estan correlacionats en relació amb el temps ( $r = 0,72$   $p = 0,000$ ), i són els que presenten components tècnics més importants sense estar correlacionats amb cap dels tests físics.
- b.7** Els tests fisicotècnics circuit d'agilitat, arrossegar mànegues, excarce-ració i motxilla no es correlacionen ni amb els tests físics ni amb els fi-sicotècnics.

## C. Conclusions en relació amb les variables determinants del rendiment del bomber

- c.1** Els bombers que presenten sobrepès, o percentatges majors de massa grassa, rendeixen pitjor tant en els tests físics com fisicotècnics. IMC versus  $VO_{2max}$  en cinta rodant  $r = -0,643$   $p = 0,001$ ; percentatge de greix versus  $VO_{2max}$  en cinta rodant  $r = -0,852$   $p = 0,000$ ; percentatge de greix versus temps en l'autoescala  $r = 0,801$   $p = 0,000$ ; percentatge de greix versus temps en la torreta  $r = 0,72$   $p = 0,001$ .
- c.2** Tot i que la variable edat és una predictora del rendiment en els tests físics (cursa de llançadora  $r = -0,577$ ), no ho és dels tests fisicotècnics. Com més component tècnic en la tasca a desenvolupar, menys predic-tora és l'edat en relació amb el rendiment.



6.

# REPTES DE FUTUR

---

*pàg. 247-250*



## 6. REPTES DE FUTUR

Acceptant les limitacions que comporta tota investigació plantejem perspectives de futurs estudis que permetin avançar en propostes que millorin la salut i la seguretat dels cossos de bombers.

De la investigació es desprèn que tres o quatre tests fisicotècnics són representatius de la resta, i que, seleccionats d'acord amb criteris d'aplicabilitat i funcionalitat als parcs de bombers de la Generalitat de Catalunya, cal validar-los. Així mateix, es fa necessari establir per a cada test els barems que relacionin el temps d'execució amb els diferents paràmetres de condició física.

Múltiples investigacions amb bombers d'arreu han anat establint els paràmetres mínims de condició física que requereix la professió de bomber. Els bombers tenen el dret i l'obligació de conèixer-los. Els tests fisicotècnics poden ser una eina de valoració, però també d'entrenament, que permeti mantenir i millorar les capacitats físiques i tècniques.

Atès que la salut dels bombers, la seva seguretat i la de la població depenen, doncs, de la capacitat per resoldre cadascuna de les situacions a les quals s'han d'enfrontar, és essencial aportar eines que els permetin valorar i entrenar les seves capacitats.



# 7.

## REFERÈNCIES

---

*pàg. 251-272*





## 7. REFERÈNCIES

---

*La citació de referències bibliogràfiques, així com les citacions de text, s'ha fet seguint els criteris de la sisena edició del manual d'estil de l'APA (American Psychological Association).*

Angeli, E., Wagner, J., Lawrick, E., Moore, K., Anderson, M., Soderland, L., i Brizee, A. (2010, May 5). *General format*. Extret de <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/01/>

---

Adams, P.S., Keyserling, W.M. (1993). Three methods for measuring range of motion while wearing protective clothing: a comparative study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 12, 177-191.

Adams, T.D., Yanowitz, F.G., Chandler, S., Specht, P., Lockwood, R., i Yeh, M.P. (1986). A study to evaluate and promote total fitness among fire fighters. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26(4), 337-345.

American College of Sports Medicine. (2005). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Angerer, P., Kadlez-Gebhardt, S., Delius, M., Raluca, P., i Nowak, D. (2008). Comparison of cardiocirculatory and thermal strain of male firefighters during fire suppression to exercise stress test and aerobic exer-

- cise testing. *The American Journal of Cardiology*. doi:10.1016/j.amjcard.2008.07.052
- Aronson, K.J., Tomlinson, L., i Smith, L. (1994). Mortality among fire fighters in metropolitan Toronto. *American Journal of Industrial Medicine*, 26(1), 89-101.
- Atalay, A., Akbay, A., Atalay, B., i Akalan, N. (2003). Lumbar disc herniation and tight hamstrings syndrome in adolescence. *Child's Nervous System*, 19, 82-85.
- Austin, C.C., Dussault, G., i Ecobichon, D.J. (2001). Municipal firefighter exposure groups, time spent at fires and use of Self-Contained-Breathing-Apparatus. *American Journal of Industrial Medicine*, 40, 683-692.
- Bado, J.L. (1977). *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor.
- Bahrke, M.S. (1982). Voluntary and mandatory fitness program for fire fighters. *The Physician and Sportsmedicine*, 10(8), 126-130.
- Barnard, R.J., Gardner, G.W., i Diaco, N.V. (1976). Ischemic heart disease in fire fighters with normal coronary arteries. *Journal of Occupational Medicine*, 18, 818-820.
- Barnard, R.J., i Duncan, H.W. (1975). Heart rate and ECG responses of fire-fighters. *Journal of Occupational Medicine*, 17(4), 247-250.
- Barr, D., Gregson, W., i Reilly, T. (2010). The thermal ergonomics of firefighting reviewed. *Applied Ergonomics*, 41, 161-172.
- Baris, D., Garrity, T.J., Telles, J.L., Heineman, E.F., Olshan, A., i Sahm, S.H. (2001). Cohort mortality study of Philadelphia firefighters. *American Journal of Industrial Medicine*, 39, 463-476.
- Berg, K. (1989). Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiotherapy Canada* 41, 240-246.
- Bernard, R.J., Gardner, G.W., i Diaco, N.E. (1976). "Ischemic" heart disease in firefighters with normal coronary arteries. *Journal of Management*, 18, 818-820.
- Bernaer, E.M., i Bonanno, J. (1975). Development of physical profiles for specific jobs. *Journal of Occupational Medicine*, 17, 27-33.

- Beimborn, D.S.; i Morrissey, M.C. (1987). A review of the literature related to trunk muscle performance. *Spine*, 13, 655-660.
- Biering-Soerensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*, 9(2), 106-119.
- Bilzon, J.L., Scarpello, E.G., Smith, C.V., Ravenhill, N.A., i Rayson, M.P. (2001). Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy firefighting tasks. *Ergonomics*, 44, 766-780.
- Black, J.L. (1979). Heat stress in bushfire fighters: a practitioner's perspective. In J.R.S. Hales, D.A.B. Richards (Eds.), *Heat stress: physical exertion and environment* (pp. 29-36). Melbourne: Transactions of the Menzies Foundation.
- Bos, J., Mol, E., Visser, B., i Frings-Dresen, M. (2004). The physical demands upon (Dutch) firefighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. *Ergonomics*, 47, 446-460.
- Bouchard, C., Shepard, R.J., i Stehens T. (1993). *Physical activity, fitness, and health—consensus statement*. Champaign: Human Kinetics.
- Bownas, D.A., i Heckman, R.W. (1976). *Job analysis of the entry level fire fighter position*. Minneapolis MI: Personnel Decisions Inc.
- Brodersen, A., Pedersen, B.; i Reimers, J. (1994). Incidence of complaints about heel, knee and back related discomfort among Danish children, possible relation to short muscles. *Ugeskrift for Laeger*, 156(15), 2243-2245.
- Brodie, D.A. (1988). Techniques for measurement of body composition, Part I. *Sports Med.* 5(1), 11-40.
- Brownlie, L., Brown, S., Diewert, G., Good, P., Hofman, G., Lave, G., i Banister, E. (1985). Cost effective selection of fire fighter recruits. *Medicine and Science in Sports and exercise*, 17(6), 661-666.
- Budd, G.M. (2001). How do wildland firefighters cope? Physiological and behavioural temperature regulation in men suppressing Australian summer bushfires with hand tools. *Journal of Thermal Biology*, 26, 281-386.
- Buskirk, E.R., i Hodgson, J.L. (1987). Age and aerobic power: the rate of

- change in men and women. *Federation proceedings*, 46, 1824-1829.
- Cady, L.D., Bischoff, D.P., O'Connell, E.R., Thomas, P.C., i Allan, J.H. (1979). Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. *Journal Occupational Medicine*, 21(4), 269-272.
- Cady, L.D., Thomas, P.C., i Kawasky, M.S. (1985). Program for increasing health and physical fitness of fire fighters. *Journal of Occupational Medicine*, 27, 110-114.
- Cailliet R. (1988). *Low back pain syndrome*. Philadelphia, PA: Davis, FA.
- Carter, J. E. (1982). Physical Structure of Olympic Athletes. In J.E. Carter (Ed.), *Body Composition of Montreal Olympic Athletes* (pp. 107-116). The Montreal Olympic Games Anthropological Project. *Medicine and Sport*, 16,. Basel: S. Karger.
- Caspersen, C.J., Powel, K.E., i Christenson, G.M. (1985). Physical Activity, Exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Castañer, M., i Camerino, O. (1990). *La Educación Física en la Enseñanza Primaria*. Barcelona: INDE.
- Cheung, S.S., McLellan, T.M., i Tenaglia, S. (2000). The thermophysiology of uncompensable heat stress: physiological manipulations and individual characteristics. *Sports Medicine*, 29, 329-359.
- Clarke, D.H., (1986). *Sex differences in strength and fatigability*. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 57, 280-291.
- Clarke, H.H. (1967). *Application of measurement to health and physical education*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Cloutier, E., i Champoux, D. (2000). Injury risk profile and aging among Québec firefighters. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 513-523.
- Coca, A., Williams, W.J., Roberge, R.J., i Powell, J.B. (2010). Effects of fire fighter protective ensembles on mobility and performance. *Applied Ergonomics*, 41, 636-641.
- Cohen, A., (1998). A multidimensional evaluation of fire fighter training for

- hazardous materials response: first results from the IAFF program. *American Journal of Industrial Medicine*, 34(4), 331-341.
- Cos, F. (2003). Qualitats físiques en els Bombers. In J.M. Mirallas (Ed.), *Manual del condicionament físic del bomber* (pp. 65-109). Barcelona, Generalitat de Catalunya, Secretaria General de l'Esport, Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil, Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat del Vallès.
- Cos, F. i López, P. (2003). Activitat física i salut. In J.M. Mirallas (Ed.), *Manual del condicionament físic del bomber* (pp. 32-42). Barcelona, Generalitat de Catalunya, Secretaria General de l'Esport, Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil, Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat del Vallès.
- Cos, F. i Sistaré, I. (2002). *Del fitness al wellness. Necessitats del mercat actual i tendències de futur*. Barcelona: Col·legi de Llicenciats en Educació Física i Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport. Centre d'impressió i reprografia de la Diputació de Barcelona.
- Czwalina, C., Sykes, K. (n.d.). The assessment and improvement of the physical fitness of members of the Hamburg fire service with comparative data from the cheshire fire service. In Ph.D. Herbert, D. Kayser, Bennet, B.L. (Eds.), *Comparative Physical education and sport volume 4* (pp. 257-262). Champaign, Illinois, IL: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Davis, P.O., i Dotson, C.O. (1987). Physiological aspects of the firefighting. *Fire Technology*, 23, 280-291.
- Davis, P.O., Dotson, C.O., i Santa Maria, D. (1982). Relationship between simulated fire fighting tasks and physical performance measures. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 65-71.
- Davis, P.O., i Starck, A.R. (1980). Excess body fat not age viewed as a greater culprit in the fitness decline. *Fire Engineering*, 13, 33-37.
- Demers, P.A., Heyer, N.J., i Rosenstock, L. (1992). Mortality among firefighters from three Northwestern United States Cities. *British Journal of Industrial Medicine*, 49(9), 664-670.
- Diccionari de bombers (1995). Termcat centre de terminologia, Escola d'Adminis-

- tració Pública de Catalunya i Direcció General de Prevenció i Extinció d'Incendis i de Salvaments de Catalunya. Barcelona: Novogràfik, S.L.
- Diccionari de la llengua catalana (1997). Institut d'Estudis Catalans. Barcelona: Edicions 62, SA.
- Doolittle, T.L. (1979). *Validation of physical requirements for firefighters*. Seattle: Seattle Fire Department.
- Dotson, C.O., Santa Maria, D.L., Schuartz, R.A., i Davis, P.O. (1976). *Development of job related physical performance tasks for firefighters*. Whashington, D.C.: U.S. Fire Administration.
- Dubois, C., (2000). *Esprit de feu "les spécialistes"*. Boulogne-Billancourt, France: E-T-A-I.
- Duncan, H.W., Gardner, G.W., i Barnard, R.J. (1979). Physiological responses of men working in fire fighting equipment in the heat. *Ergonomics*, 22, 521-527.
- Elsner, K.L., i Kolkhorst, F.W. (2008). Metabolic demands of simulated firefighting. *Ergonomics*, 51, 1418-1425.
- Fahs, C.A., Smith, D.L., Horn, G.P., Agiovlasis, S., Rossow, L.M., Echols, G.,...Fernhall, B. (2009). Impact of excess body weight on arterial structure, function, and blood pressure in firefighters. *American Journal of Cardiology*, 104(10), 1441-1445.
- Fannin, N., i Dabbs, J.M.Jr. (2003). Testosterone and the work of firefighters: fighting fires and delivering medical care. *Journal of Research in Personality*, 37, 107-115.
- Faria, I.E., i Faria, E.W. (1991). Effect of exercise on blood lipid constituents and aerobic capacity of fire fighters. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 31(1), 75-81.
- Ferrer, V. (1998). *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. (Tesis Doctoral). Universidad de Murcia, Murcia.
- Fisk, J.W., Baigent, M.L., i Hill, P.D. (1984). Scheuermann's disease. Clinical and radiological survey of 17 and 18 years old. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(1), 18-30.

- Flanagan, P. (2006). The importance of being flexible. <http://ezinearticles.com/?The-Importance-of-Being-Flexible&id=133145>
- Fleischman, E.A. (1964). *The Structure and Measurement of Physical Fitness*. Englewood, NJ: Prentice-Hall.
- Fowler, R. (1989). Smoking and performance on simulated fire fighting tasks. *Perceptual and motor skills*, 68(3), 1302.
- Gadesam, R.R., Skrifvars, C., Garrett, B., Pendyala, L., Huang, A., Momary, K.,...Superko, R.H. (2010). Aerobic fitness strongly associated with thrombotic markers than fatness in firefighters. *Journal of the American College of Cardiology*, 55(10A), A173.E1621. doi:10.1016/S0735-1097(10)61622-1
- Gaskill, S.E., Ruby, B.C., Landford, D.E., Heil, D.P., i Sharkey, B.J. (2002). Effect of submaximal  $\text{VO}_2$  at the ventilatory threshold on Self-Selected Work Rate during wildland firefighting. The University of Montana, Missoula.
- Generalitat de Catalunya, Departament d'Interior, Relacions Institucionals i Participació (2009). *Bombers de Catalunya, historia i present*. L'avenç, S.L. (Ed.). Barcelona: Novaprint.
- Giguère, D., i Marchand, D. (2005). Perceived safety and biomechanical stress to the lower limbs when stepping down from fire fighting vehicles. *Applied Ergonomics*, 36, 107-119.
- Gledhill, N. (1990). Assessment of fitness. In C. Bouchard, R. Shepard, T. Stephens, J.R. Sutton, B.D. McPherson (Eds.), *Exercise, Fitness and Health* (pp. 121-126). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gledhill, N., i Jamnik, V.K., (1992a). Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 17(3), 207-213.
- Gledhill, N., i Jamnik, V.K. (1992b). Development and validation of fitness screening protocol for firefighter applicants. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 17(1), 199-206.
- Gómez, T., Beach, G., Cooke, C., Hrudey, W., i Coyert, P. (1991). Normative database for trunk range of motion strength, velocity and endurance with the isostation b-200 lumbar dynamometer. *Spine*, 16(1), 15-21.

- González Badillo, J.J., i Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
- Gran Enciclopedia Larousse (1991). Barcelona: Planeta.
- Grosser, M., Brüggemann, P., i Zintl, F. (1989). *Alto rendimiento deportivo*. Barcelona: Martínez Roca.
- Grosser, M., i Müller, H. (1989). *Desarrollo muscular*. Barcelona: Hispano Europea.
- Grosser, M., Starischa, S., i Zimmermann, K. (1988). *Principios del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Martínez Roca.
- Gundlach, H. (1968). Systembeziehungen Körperlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten. *Theorie un Praxis der Körperkultur*, 17, 198-205.
- Hancock, P.A., i Vasmatazidis, I. (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *International Journal of Hyperthermia*, 19, 355-372.
- Harre, D. (1987). *Teoria del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Stadium.
- Harreby, M., Neergaard, K., Jessen, T., Larsen, E., Storr-Paulsen, A., Lindahl, A., Fisker, I., i Laegaard, E. (1999). Risk factors for low back pain in a cohort of 1389 Danish school children an epidemiologic study. *European Spine Journal*, 8, 444-450.
- Harvey, J., i Tanner, S. (1991). Low back pain in young athletes: a practical approach. *Sports Medicine*, 12, 394-406.
- Heil, D.P. (2002). Estimating energy expenditure in wildland fire fighters using a physical activity monitor. *Applied Ergonomics*, 33, 405-413.
- Henderson, N.D., Berry, M.W., i Matic, T. (2007). Field measures of strength and fitness predict firefighting performance on physically demanding tasks. *Personnel Psychology*, 60, 431-473.
- Hoffman, T., Stauffer, R.W., i Jackson, A.S. (1979). Sex differences in strength. *American Journal of Sports Medicine*, 7, 265-267.
- Holmer, I., i Hagberg, D. (1987). Firefighters and tolerance to work in heat. In J.R.S. Hales, D.A.B. Richards (Eds.), *Heat stress: physical exerti-*



- on and environment* (pp. 233-236). Melbourne: Transactions of the Menzies Foundation.
- Holmér, I., i Gavhed, D. (2007). Classification of metabolic and respiratory demands in fire fighting activity with extreme workloads. *Applied Ergonomics*, 38, 45-52.
- Hollmann, W., i Hettinger, T. (1980). *Sportmedizin –arbeits- und trainings-grudlagen*. Stuttgart: Schattauer Verlagsgesellschaft.
- Hopkins, W.G., i Loughnan, J.M. (1991). The effects of a health development programme on Auckland Firefighters. *New Zealand Journal of Health Physical Education and Recreation*, 24(1), 23-24.
- Horak, F.B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*, 67, 1881-1885.
- Hosler, W., i Peter, R. (1978). Relation of motor fitness test items to gross motor skills. *Perceptual and motor skills*, 46, 1131-1138.
- Hsiao, H., i Simeonov, P. (2001). Preventing falls from roofs: a critical review. *Ergonomics*, 44, 537-561.
- Huang, C.J., Garten, R., Wade, C., Webb, H., i Acevedo, O. (2009). Physiological responses to simulated stair climbing in professional firefighters wearing rubber and leather boots. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 163-168.
- Huck, J. (1991). Restriction to movement in firefighter protective clothing: evaluation of alternative sleeves and liners. *Applied Ergonomics*, 22(2), 91-100.
- IAFF Firefighter (1979). 1979 Annual Death and Injury Survey. *IAFF Firefighter*.
- Jackson, A.S., Borg, G., Zhang, J.J., Laughery, K.R., i Chen, J. (1997). Role of physical work capacity and load weight on psychophysical lift ratings. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20, 181-190.
- JACOB, F. (1991). Función e importancia de las cualidades coordinativas. *Revista Stadium*, 25(147), 36-40.
- Jacobs, D.T. (1976). *Physical Fitness and the fire services*. Boston: National Fire Protection Association.

- Jiang, Y.Y., Nishimura, K., Zhang, H., Abe, N., Shinohara, M., i Wakatsuki, k. (2010). Integrated numerical simulator for thermal performance assessments of firefighters protectiveclothing. *Fire Safety Journal*. doi:10.1016/j.firesaf.2010.06.003
- Josi, W. (1990). La capacidad de coordinación del alpinista. *Revista de Educación Física, Renovación de Teoría y Práctica*, 31, 29-32.
- Kales, S.N., Soteriades, E.S., Christoudias, S.G., i Christiani, D.C. (2003). Firefighters and on-duty deaths from coronaru heart disease: a cause control study. *Environ. Health*, 2, 1-14.
- Kazemi, A. (2009). *Beneficios de distintos programas de ejercicio físico y cambios en la fuerza muscular del tronco en pacientes con dolor lumbar crónico* (tesi doctoral). Facultat de Ciències de la Actividad Física i el Deporte, Universitat Europea de Madrid, Madrid.
- Keul, J., Kindermann, W., i Simon, G. (1978). Die aerobe und anaerobe kapacitat als grundlage für die leistungssport. *Leistungssport*, 1, 22-32.
- Kilbom, A. (1980). Physical work capacity of firemen with special referen- ce to demands during fire fighting. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 6, 48-57.
- Kincl, L.D., Bhattacharya, A., Succop, P.A., i Clark, C.S. (2002). Postural sway measurements: a potencial safety monitoring technique for workers wearing personal protective equipment. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 17, 256-266.
- King, J.M., Frelin, A.J. (1984). Impact of the chemical protective ensemble on the performance of basic medical tasks. *Military Medicine*, 149(9), 496-501.
- Kiphard, E.J. (1976). *Insuficiencias de movimiento y de coordinación en la edad de la escuela primaria*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Kong, P.W., Beauchamp, G., Suyama, J., i Hostler, D. (2010). Effect of fatigue and hypohydration on gait characteristics during treadmill exercise in the heat while wearing firefighters thermal protective clothing. *Gait & Posture*, 31, 284-288.
- Kosel, A. (1996). *Actividades gimnásticas. La coordinación motriz*. Barcelona: Hispano Europea.

- Lemon, P.W.R., i Hermiston, R.T. (1977a). The human energy cost of fire fighting. *Journal of Occupational Medicine*, 19, 558-562.
- Lemon, P.W.R., i Hermiston, R.T. (1977b). Physiological profile of professional fire fighters. *Journal of Occupational Medicine*, 19, 337-340.
- Leyk, D.R., Erley, O., Gorges, W., Essfeld, D., Erren, T.C., i Piekarski, C. (2007). Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 99, 415-421.
- Lorenzo, F. (2002). *Diseño y estudio científico para la validación de un test motor original, que mida la coordinación motriz en alumnos/as de educación secundaria obligatoria*. (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias de la Educación, departamento de didáctica, de la expresión musical, plástica i corporal. Universidad de Granada.
- Loubevaara, V., Smolander, J., Tuomi, T., Korhonen, O., i Jakola, J. (1985). Effects of an SCBA on breathing pattern, gas exchange and heart rate during exercise. *Journal of Occupational Medicine*, 27, 213-216.
- Lusa, S., Louhevaara, V., i Kinnunen, K. (1994). Are the job demands on physical work capacity equal for young and aging firefighters?. *Journal of Occupational Medicine*, 36, 70-74.
- Ma, F., Fleming, L.E., Lee, D.J., Trapido, E., Gerace, T.A., Lai, H. i Lai, S. (2005). Mortality in Florida professional Firefighters, 1972 to 1999. *American Journal of Industrial Medicine*, 47, 509-517.
- Martínez López, E.J. (2002). Aproximación epistemológica aplicada a conceptos relacionados con la condición y habilidades físicas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 2(8) pp. 278-289
- Mealey, M., (1979). New fitness for police and fire fighters. *The Physician and Sportsmedicine*, 7(7), 96-100.
- Meierhofer, E. (1989). La capacidad de coordinación en el tenista. *Revista de Educación Física, Renovación de Teoría y Práctica*, 28, 8-12.
- Meinel, K., i Schnabel, G. (1988). Teoría del movimiento. Motricidad deportiva. Buenos Aires: Editorial Stadium.

- Metveiev, L.P. (1980). *La base de l'entraînement*. Paris: Editions Vigoit.
- Michaelides, M.A., Parpa, K.M., Thompson, J., i Brown, B. (2008). Predicting performance on a Firefighter's ability test from fitness parameters. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(4), 468-475.
- Mierau, D., Cassidy, J.D. , i Yong-Hing, K. (1989). Low-Back pain and straight in children and adolescents. *Spine*, 14(5), 526-528.
- Miranda, A.I., Martins, V., Cascao, P., Amorim, J.H., Valente, J., Taveres, R.,... Pita, L.P. (2010). Monitoring of firefighters exposure to smoke during fire experiments in Portugal. *Environment International*, 36, 736-745.
- Misner, J.E., Boileau, R.A., Plowman, S.A., Elmore, B. G., Gates, M.A., Gilbert, J.A., i Horswill, C., any. Leg power characteristics of female firefighter applicants. *Journal of Occupational Medicine*, 30(5), 433.
- Misner, J.E., Boileau, R.A., i Plowman, S.A. (1989). Physical performance and physical fitness of select group of female firefighter applicants. *Journal of Applied Sport Science Research*, 3(3), 62-67.
- Misner, J.E., Plowman, S.A., i Boileau, R. (1987). Performance differences between males and females on simulated firefighting tasks. *Journal of Occupational Medicine*, 29, 801-805.
- Moras, G. (2002). *Amplitud de moviment articular i la seva valoració: el test flexomètric* (tesi doctoral). Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Morehouse, E. L., i Miller, J. R. (1984). *Fisiologia del exercicio*. Buenos Aires: Ateneo.
- Mühlethaler, U. (1987). Capacidad de coordinación en balonmano. *Revista de Educación Física, Renovación de Teoría y Práctica*, 18, 13-15.
- Navarro, F. (1995). *Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la Resistencia*. Máster en alto rendimiento deportivo, Universidad Autónoma de Madrid, Centro Olímpico de Estudios Superiores, Comité Olímpico Español. Módulo, 2.2.1.
- Nashner, L.M. (1997). Physiology of balance, with special reference to the healthy elderly. In J.C. Masdeu, L. Sudarsky, i L. Wolfson (Eds.), *Gait disorder*

- ders of aging: falls and therapeutic strategies*, (pp.37-53). Philadelphia, PL: Lippincott-Raven.
- Neuman, G. (1990). La struttura della prestazione negli sport di resistenza. *Revista di Cultura Sportiva*, 9(20), pp. 66-72.
- Nicolaisen, T., i Jorgensen, K. (1987). Trunk strength, back muscle endurance and low-back trouble. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 17, 121-127.
- Noonan, W. (1984). *Smoke Showin*. Boston, MA: Addison C. Getchell & Sons, Inc.
- Nunneley, S.A. (1989). Heat stress in protective clothing. Interactions among physical and physiological factors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 15, 52-57.
- O'Connell, E.R., Thommas, P.C., Cady, L.D., i Karwasky, R.J. (1986). Energy costs of simulated stair climbing as a job related task in fire fighting. *Journal of Occupational Medicine*, 28, 282-284.
- Paffenbarger, R.S.Jr. (1988). Contributions of epidemiology to exercise science and cardiovascular health. *Medicine Science Sports Exercise*, 20, 426-438.
- Pérez, G.J. (2006). Lumbalgia y ejercicio físico. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte*, 6(24), 230-247.
- Peterson, M.D., Dodd, D.J., Alvar, B.A., Rhea, M.R., i Favre, M. (2008). Undulation training for development of hierarchical fitness and improved firefighter job performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1.683-1.695.
- Porta, J. (1987). Desenvolupament de les capacitats físiques: la flexibilitat. *Apunts Educació Física* 7/8, 10-19.
- Porta, J. (1988). Las capacidades físicas básicas. In J.R. Barbany, C. Buendia, F. Funollet, J.L. Hernández, J. Olivera, Porta, J., (Eds.). *Programas y contenidos de la educación físico-deportiva en B.U.P. y F.P* (pp. 155-353). Barcelona: Paidotribo.
- Punakallio, A., Hirvonen, M., i Grönqvist, R. (2005). Slip and fall risk among firefighters in relation to balance, muscular capacities and age. *Safety Science*, 43, 455-468.

- Punakallio, A., Lusa, S. i Luukkonen, R. (2003) Protective equipment affects balance abilities differently in younger and older firefighters. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 74, 1151-1156.
- Puterbaugh, M.D., i Lawyer, C.H. (1983). Cardiovascular effects of an exercise program: a controlled study among firemen. *Journal of Occupational Medicine*, 25(8), 581-586.
- Raimundo, A.M., i Figueiredo, A.R. (2009). Personal protective clothing and safety of firefighters near a high intensity fire front. *Fire Safety Journal*, 44, 514-521.
- Raven, P.B., Davis, P.O., Shafer, C.L., i Linnebur, A.C. (1977). Maximal stress test performance while wearing a self-contained breathing apparatus. *Journal of Occupational Medicine*, 19, 802-806.
- Rhea, M.R., Alvar, B.A., i Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 348-352.
- Riera, J. (2001). Habilitats esportives, habilitats humanes. *Revista Apunts d'Educació Física*, 64, 46-53.
- Robbins, S., Waked, E., Allard, P., McClaran, J., i Krouglicof, N. (1997). *Foot position awareness in younger and older men –the influence of footwear sole properties*. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45, 61-66.
- Rosmuller, N. (2008). Classification of fatal firefighter accidents in the Netherlands: time pressure and aim of the suppression activity. *Safety Science*, 46, 282-290.
- Rossi, R. (2003). Fire fighting and its influence on the body. *Ergonomics*, 46, 1017-1033.
- Samo, D.G., Bahk, J.K., i Gerkin, R.D. (2003). Effect of firefighter masks on monocular and binocular peri
- Sanz, J.G. (2006). *Estudio de salud laboral en relación con el deterioro psicofísico asociado a la edad y las enfermedades de origen profesional en el colectivo de bomberos*. Plataforma Unitaria de Bomberos, PUB.
- Scott, G., Barnham, P., Ellam, L., Fordham, M., Garlick, J., Golsmith, R., i

- Pateman, C. (1988). *The physical fitness of firemen*. A Summary Report, 32. Home Office. London, UK: Scientific Research and Development Branch, University of London, Chelsea College, Department of Physiology.
- Schneider, W., Spring, H., i Tritschler, T. (1993). Movilidad. Teoría y práctica. In W. Schneider, H. Spring, T. Tritschler, H. Kunz, W. Schneider, E. Unold, B. Villegger, K. Egger, R. Lerch, i H. Probst (Eds.), *Fitness. Teoría y Práctica* (pp. 11-102). Barcelona: Ediciones SCRIBA.
- Saupe, K., Sothmann, ., Jasenof, D. (1991). Aging and the fitness of fire fighters: complex issues involved in abolishing mandatory retirement ages. activities. *American Journal of Public Health*, 81, 1192-1194.
- Sharkey, B. (1999). Wildland firefighter health and safety. Recommendations of April 1999 conference. *USDA Forest Service*, 22-25.
- Sharkey, B.J. (1979). *Physiology of fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Siff, M., i Verkhoshansky, Y.M. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Siff, M., i Verkhoshansky, Y.M. (1996). *Supertraining. Special strength training for sporting excellence*. Escondido, CA: Sportstraining, Co.
- Skoldstrom, B. (1987). Physiological responses of fire fighters to workload and thermal stress. *Ergonomics*, 30(11), 1589-1597.
- Sluiter, J.K. (2006). High-demand jobs: age-related diversity in work ability?. *Applied Ergonomics*, 37, 429-440.
- Smith, M.M., i Smith, A.J. (1993). Effects of strength training on body composition in older men. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 25, 101.
- Smith, D.L., Petruzzello, S.J., Kramer, J.M., i Misner, J.E. (1996). Physiological, psychophysical, and psychological responses of firefighters to fire-fighting training drill. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 67, 1063-1068.
- Smith, D.L., Petruzzello, S.J., Kramer, J.M., i Misner, J.E. (1997). The effects of different thermal environments on the physiological and psychological responses of firefighters to a training drill. *Ergonomics*, 40, 500-510.
- Smith, D.L., Manning, T.S., I Petruzzello, S.J. (2001). Effect of strenuous li-

- ve-fire drills on cardiovascular and psychological responses of recruit firefighters. *Ergonomics*, 3, 244-254.
- Sothmann, M.S., Gebhard, D.L., Baker, T.A., Castello, G.M., i Sheppard, V.A. (2004). Performance requirements of physically strenuous occupations: validating minimum standards for muscular strength and endurance. *Ergonomics*, 47(8), 864-875.
- Sothmann, M.S., Saupe, K., Jasnof, D. (1990). Advancing age and the cardiorespiratory stress of fire suppression: determining the minimal standards for cardiorespiratory fitness. *Human Performance*, 3, 217-236.
- Sparks, P.J. (1987). Minimum Medical Standards for Firefighters. Olympia, WA: Assoc. of Wahington Cities.
- Stella, R., (1987). Fire. Boston, MA: Quinlan Press, Library of Congress.
- Takata, K. & Takahashy, K. (1994). Hamstring tightness and ciatica in young patients with dise herniation. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, 76(2), 220-224.
- Tobón, S., Pimienta, J., y García Fraile, J.A. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson.
- Tønnes, M., Behm, M., i Kilbom, A. (1982). Muscular load on firefighters in carrying accident victims. In J. Bengt (Ed.), *Biomechanics X-A. International Series on Biomechanics* (pp. 75-80). Champaign, Illinois, IL: Human Kinetics Publishes.
- Tønnes, M., Hägg, C., Finn, L., i Kilbom, A., (1984). Dynamisk och static muskelstyrka hos brandmän. *Arbete och Hälsa*.
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- Van Putten, M., Vestappen, F., i Bloemen, L. (1984). Physical Exercise and Industrial Respirators. *International Journal of Sports Medicine*, 5, 13-14.
- Verkhoshansky, Y.V. (1986). *Fundamentals of special strength-training in sport*. Livonia, Michigan: Sportivny Press.
- Villa, V., López, J., Ávila, MC., Rodríguez, J., Pernía, R., García, J... Mendoça, P.R. (2007). Monitorización de la frecuencia cardíaca en las labores de



- extinció de incendios forestales, para la prevención de riesgos laborales. *Prevención*, 181, 5-26.
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza en el sprint. *Atleticastudi*. 1,2: 3-25 (traducció Vélez, J.M. i Galilea, P.A, CAR de Sant Cugat del Vallès).
- Von Heimburg, E.D., Rasmussen, A.K., i Medbo, J.I. (2006). Physiological responses of firefighters and performance predictors during a simulated rescue of hospital patients. *Ergonomics*, 49(2), 111-126.
- Weineck, J. (1988). Entrenamiento de las principales formas de sollicitación motriz. In J. Weineck (Ed.), *Entrenamiento óptimo* (pp. 91-92). Ripollet, Barcelona: Hispano Europea.
- Wherenberg, W.B., i Costello, M. (1993). Clinical evaluation of the backmate lower lumbar rehabilitation system. Results of a preliminary study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 17(4), 185-190.
- Wilbur, C.S. (1983). The Johnson and Johnson programme. *Preventive Medicine*, 12, 672-681.
- Williford, H. N., Duey, W.J., Olson, M.S., Howard, R., i Wang, N. (1999). Relationship between fire fighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics*, 42, 1179-1186.
- William-Bell, F.M., Boisseau, G., McGill, J., Kostiuk, A., i Hughson, R.L. (2010). Air management and physiological responses during simulated firefighting tasks in a high-rise structure. *Applied Ergonomics*, 41, 251-259.
- William-Bell, F.M., Villar, R., Sharratt, M.T., i Hughson, R.L. (2008). Physiological Demands of the Firefighters candidate physical ability test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 653-662. doi:10.1249/MSS.0b013e31818ad117
- Wilson, T.M., i Tanaka, H. (2000). Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *The American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 278(3), H829-H834.
- Wilson, J.D., Dougherty, C.P., Ireland, M.L., i Davis, I.M., (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal*

- of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13, 316-325.
- Woollacott, M.H., i Tang, P-F. (1997). Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Physical Therapy*, 77, 646-660.
- Wüthrich, P. (1989). La capacidad de coordinación en el nadador. *Revista de Educación Física, Renovación de Teoría y Práctica*, 28, 13-16.
- Zatsiorksky, V. M. (1989). Biomecánica de las cualidades motoras. In D. Donski, V.M. Zatsiorsky (Eds.), *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Moscú: Raduga.
- Zhelyazkov, T. (2001). *Bases del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia*. Barcelona: Martínez Roca.





8.

# ANNEXOS

---

*pàg. 273-276*



## Annex 1

### *Full de consentiment de participació voluntària*

**MODEL DE CONSENTIMENT D'ACCEPTACIÓ DE PARTICIPACIÓ  
EN UN PROJECTE D'INVESTIGACIÓ  
Projecte d'investigació:**

Estudi del perfil fisiològic del bomber i de les proves per a determinar la seva condició física

*Nom:* \_\_\_\_\_ *Cognoms:* \_\_\_\_\_  
*Edat:* \_\_\_\_\_ *Sexe:* \_\_\_\_\_ *Tel:* \_\_\_\_\_  
*Adreça:* \_\_\_\_\_  
*Població:* \_\_\_\_\_ *Districte postal:* \_\_\_\_\_  
*Declaro que:* \_\_\_\_\_

Se m'ha sol·licitat participar en el projecte d'investigació de referència, durant el qual em serà administrada una intervenció biomèdica en investigació.

Abans de prestar el meu consentiment, signant aquest document, he estat informat per l'investigador principal, el senyor Guillermo Pérez Recio, del projecte d'investigació del qual es tracta, del tipus d'intervenció biomèdica a la qual seré sotmès, dels seus possibles efectes beneficiosos, inconvenients, riscos i reaccions adverses que poden presentar-se, i també de la metodologia que s'utilitzarà.

Presto la meua col·laboració de forma lliure i voluntària, per la qual cosa puc suspendre-la en qualsevol moment que ho desitgi.

Em comprometo a realitzar les indicacions donades pels investigadors durant la meua participació en l'estudi.

A Sant Cugat del Vallès, amb data.....

Subjecte voluntari

Signatura de l'investigador

DNI:

DNI:





Tesi doctoral



UNIVERSITAT DE BARCELONA



**INEFC**

Institut Nacional  
d'Educació Física  
de Catalunya

 Generalitat  
de Catalunya

Institucions que han promogut la investigació



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Interior,  
Relacions Institucionals i Participació  
**Direcció General de Prevenció,  
Extinció d'Incendis i Salvaments**

