



Lo humano y lo técnico en un mundo que se transforma



Organiza:





Hotel Intercontinental Medellín - Colombia 2, 3 y 4 de noviembre de 2022

Ergonomía en Brigadas de Emergencia

Elías Apud
Departamento de Ergonomía
Universidad de Concepción
Chile















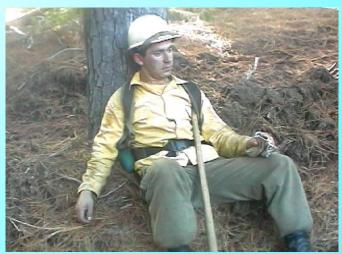


DEMANDAS FISICAS Y PSICOLOGICAS EXTREMAS.

SU LABOR CONSISTE EN CONSTRUIR LINEAS DE FUEGO PARA EVITAR SU PROPAGACION

LA BASE DE DATOS LA CONSTITUYE LA EVALUACION DE 605 PERSONAS COMBATIENDO EL FUEGO EN EL BOSQUE









Incendios Forestales Control eficiente del fuego



Trabajadores

Tecnología

Trabajo

Aptitudes y Necesidades Físicas y Psicológicas

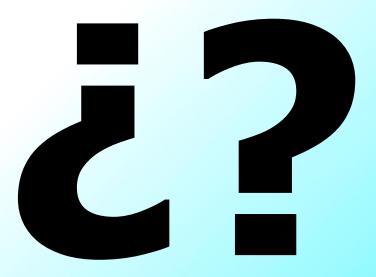
Herramientas Máquinas Organización del trabajo Combustible Clima, Terreno Carga física



Algunas preguntas que es necesario responder desde el punto de vista de la Ergonomía









Límites de sobrecarga fisiológica por trabajo físico y exposición a calor



CARGA FISICA

APTITUD FISICA

Procesos Aeróbicos







Procesos Anaeróbicos



El consumo de oxígeno se utiliza para estimar el gasto de energía

1 litro de oxígeno consumido equivale a 5 kilocalorías



Ejemplo de equipo empleado para medir consumo de oxígeno







FRECUENCIA CARDIACA



• TIENE LIMITACIONES
PARA ESTIMAR EL GASTO
DE ENERGIA, PERO ES
BUEN INDICADOR DE LA
CARGA FISIOLOGICA
DERIVADA DEL TRABAJO
FISICO, LA EXPOSICION A
CALOR O DE UNA
COMBINACION ENTRE
AMBOS





Sistema Polar Vantage para el registro de la frecuencia cardíaca

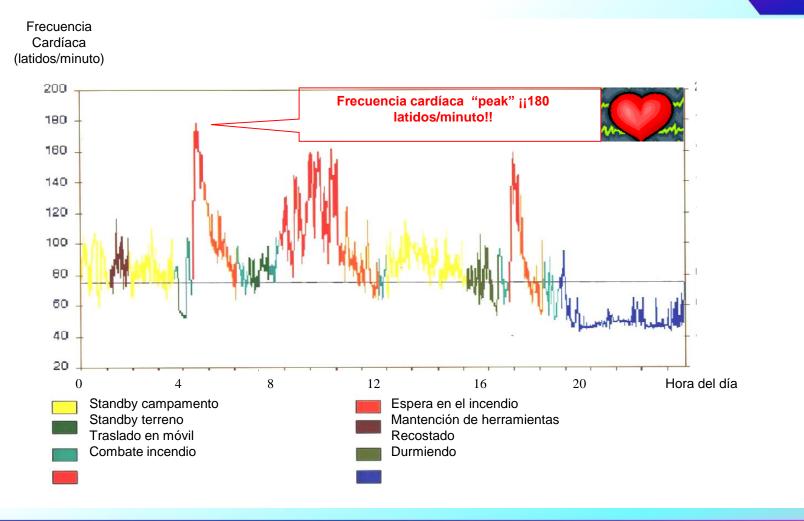






Variaciones de la frecuencia cardíaca durante una jornada de trabajo





INTENSIDAD DEL ESFUERZO



GASTO DE ENERGIA CARGA FISICA **APTITUD FISICA**



En cualquier grupo humano la capacidad física varía dentro de un amplio rango

ALGUNOS FACTORES QUE DISMINUYEN LA CAPACIDAD FISICA











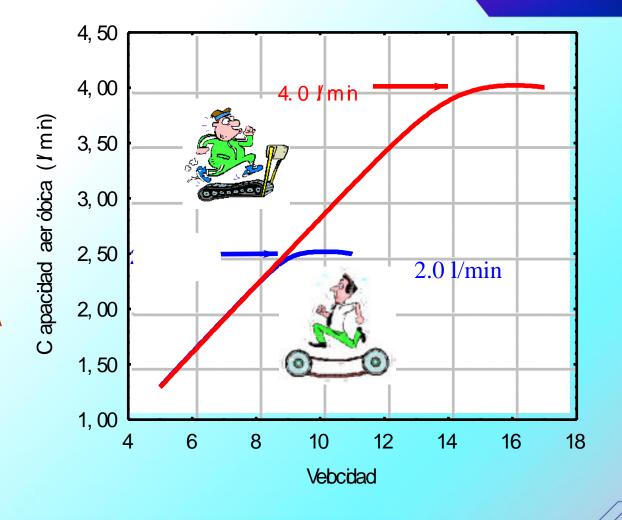


CAPACIDAD FISICA



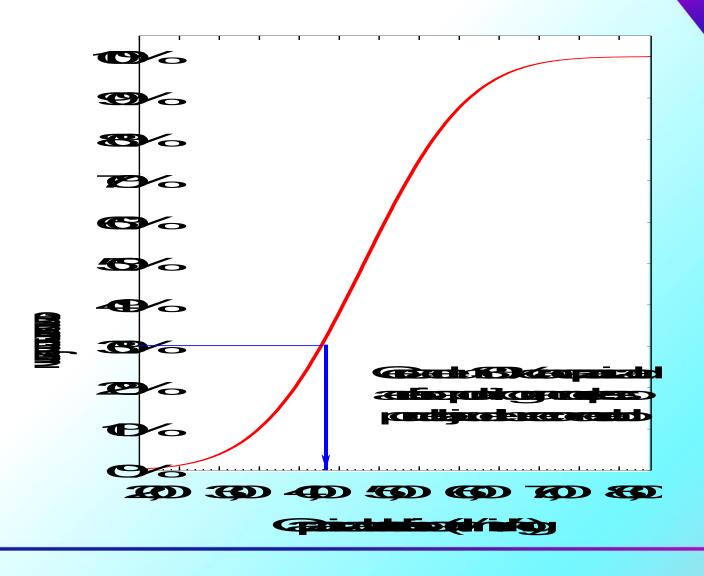
• CAPACIDAD
AEROBICA ES
SINONIMO DE
CONSUMO MAXIMO
DE OXIGENO

• REFLEJA LA
CAPACIDAD DE LOS
SISTEMAS
CARDIOVASCULAR Y
RESPIRATORIO PARA
CAPTAR,
TRANSPORTAR,
ENTREGAR Y
UTILIZAR OXIGENO

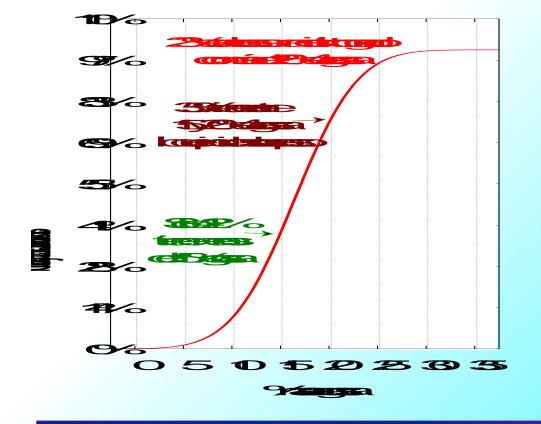


Se justifica la selección física de brigadistas?





Distribución del porcentaje de masa grasa de los brigadistas forestales evaluados











Sobre la base de antecedentes objetivos, los mínimos requisitos para brigadistas jóvenes, que recién ingresan, son los siguientes:

Capacidad aeróbica superior a 3.0 litros de oxígeno por minuto
Capacidad aeróbica superior a 43.5 ml/minuto/kilogramo de peso
Masa grasa no superior a 15%



Estos índices no deben considerarse en forma aislada y se debe tener claro que son modificables con entrenamiento y dentro de ciertos márgenes con alimentación adecuada



Entrenamiento Físico

Control1Control2

EMPRESA

56 55

Capacidad aeróbica (ml/kg/min)

50

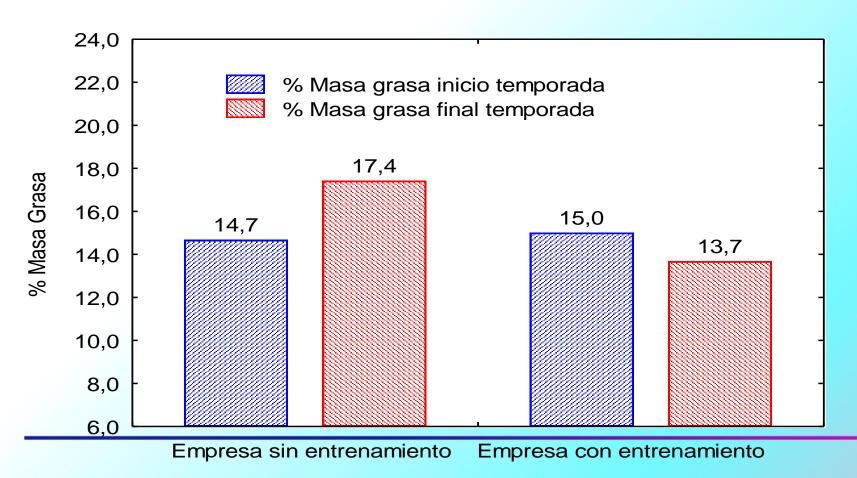




Lo humano y lo técnico en un mundo que se transforma

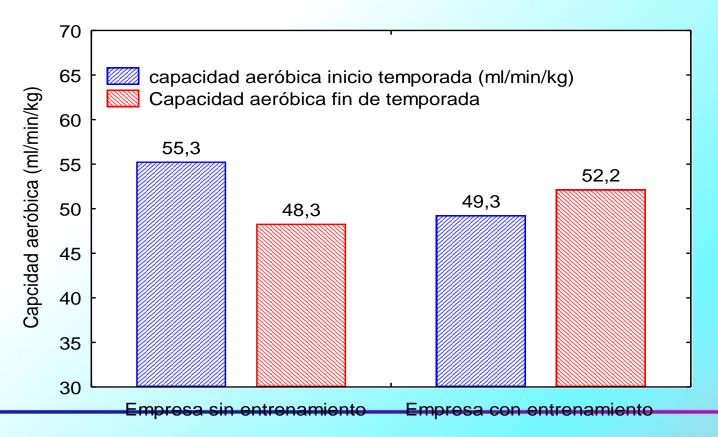


% de masa grasa a comienzos y fines de temporada en brigadistas de dos empresas forestales que hacían selección. Una de ellas tenía programas de entrenamiento físico controlados.





Capacidad aeróbica, expresada en mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal a comienzos y fines de temporada, en brigadistas de dos empresas forestales, que hacían selección de personal, pero sólo una de ellas tenía programas de entrenamiento físico controlados.





Una vez que los brigadistas han sido seleccionados y que participan de programas de actividad física bien diseñados, la Ergonomía contribuye a la búsqueda de herramientas, vestuario, implementos de seguridad y accesorios adecuados desde un punto de vista ergonómico





VEAMOS ALGUNOS EJEMPLOS

Vestuario



La misión de la vestimenta para incendios no es sólo proteger a los brigadistas del calor externo, sino que debe permitir que el calor que producen pueda salir al exterior, ya que esa acción es la que reduce la sobrecarga térmica"





Problemas que genera el no poder eliminar el calor que producimos



Aumento de la sudoración



Aumento de la temperatura interna



El trabajador puede sufrir síntomas severos que le podrían ocasionar la muerte

Resultados ensayo para detectar sudor retenido en la ropa



Ensayo construcción líneas 1 hora duración* (kg)	Peso
Peso con ropa combate antes (kg)	80.4
Peso con ropa combate después (kg)	79.4
Liquido ingerido durante ensayo (kg)	0.68
Liquido eliminado (kg)	1.68
% evaporado	59.6
% retenido en la ropa	40.4

^{*} ensayo 4 períodos de trabajo de 15 minutos con 3 minutos de descanso después de cada uno



En los casos extremos, con temperaturas del aire muy altas, en que no haya otra forma de eliminar el calor, la barrera del vestuario puede tornarse crítica y producirse un aumento de la temperatura interna de estas personas, que los puede llevar al golpe de

calor.



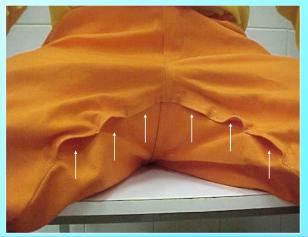
Vestuario con salidas de ventilación













Pernera anticorte tradicional y modelo propuesto que deja la parte posterior de la pierna descubierta. Esto permite que la ventilación del pantalón sea efectiva









Un ejemplo simple: Bolsa y cantimplora en que transportan el agua los brigadistas.





Cantimplora forrada en papel aluminio para los ensayos de temperatura d







Resultados de las pruebas para reducir la temperatura del agua en las cantimploras. Ensayo 1 envase original y Ensayo 2 cantimplora forrada con papel de aluminio.

	ENSAYO 1	ENSAYO 2	
Temperatura de globo al inicio	39	39	
Temperatura de globo al término	52	52	
Temperatura del agua al inicio 12 13			
Temperatura del agua a la media hora	21	15	
Diferencia de temperatura a la media hora	9	2	
Temperatura del agua después de una hora	28	16	
Diferencia de temperatura en la 2° media hora	7	1	

Sin protección el agua subió 16 °C en 1 hora Con protección subió 3°C en una hora



Prototipo de bolsa para mantener el agua fresca, diseñada durante la ejecución del proyecto que se está fabricando comercialmente.







Cumplidas las etapas anteriores la Ergonomía contribuye a la organización del trabajo





Calidad, rendimiento y número de trabajadores en la línea en incendios reales





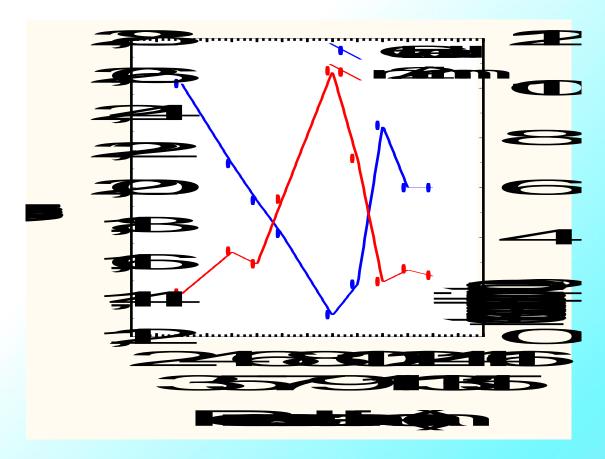
Calidad durante los ensayos de construcción de líneas

Calidad	Porcentaje	Explicación
1	100	100% del suelo mineral expuesto
1.1 a 2	99-85	Entre un 99% y un 85% del suelo mineral expuesto
2.1 a 3	84-70	Entre un 84% y un 70% del suelo mineral expuesto
3.1 a 4	69-55	Entre un 69% y un 55% del suelo mineral expuesto
4.1 a 5	<55	Menos de un 55% del suelo mineral expuesto





Calidad y rendimiento en relación al número de personas en la línea





Trabajadores combatiendo el fuego sin respetar las distancias mínimas entre ellos





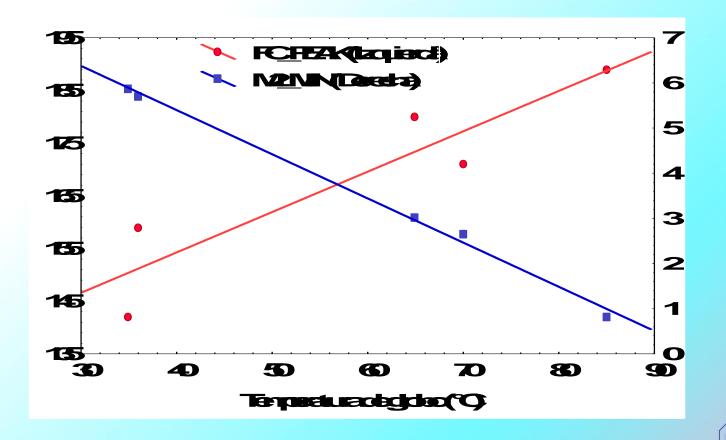
Efectos del calor





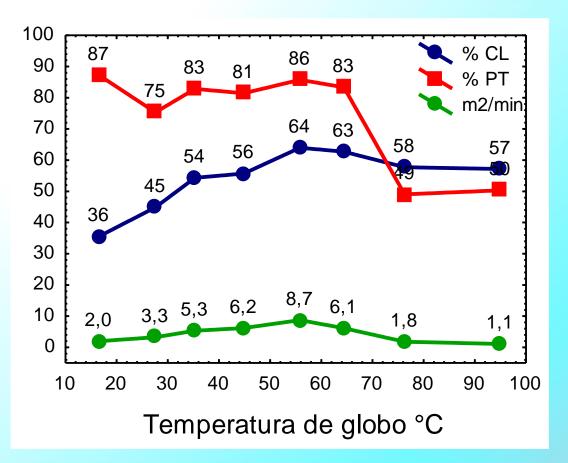


Rendimiento y frecuencias cardíacas "peak" en un trabajador evaluado trabajando con Mcleod en 5 incendios en que se registró un amplio rango de radiación calórica



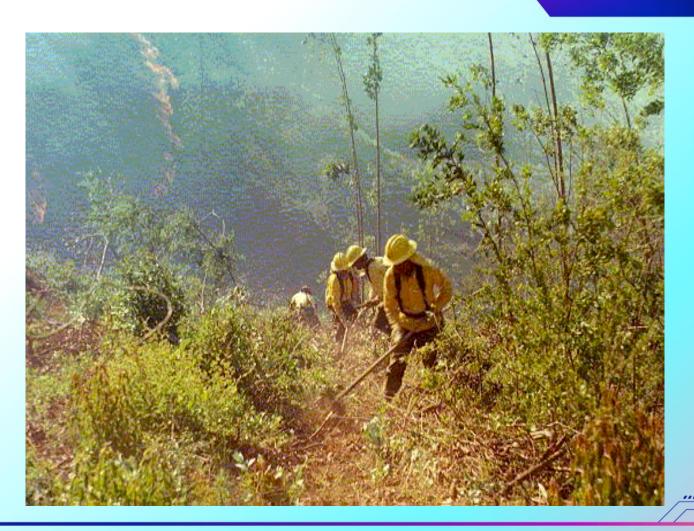


Porcentaje de tiempos principales (% TP), porcentaje de carga cardiovascular (% CC) y metros cuadrados de línea construidos por minuto (m2/min), para distintas condiciones de radiación calórica (temperatura de globo) clasificadas en rangos de 10 ° C.



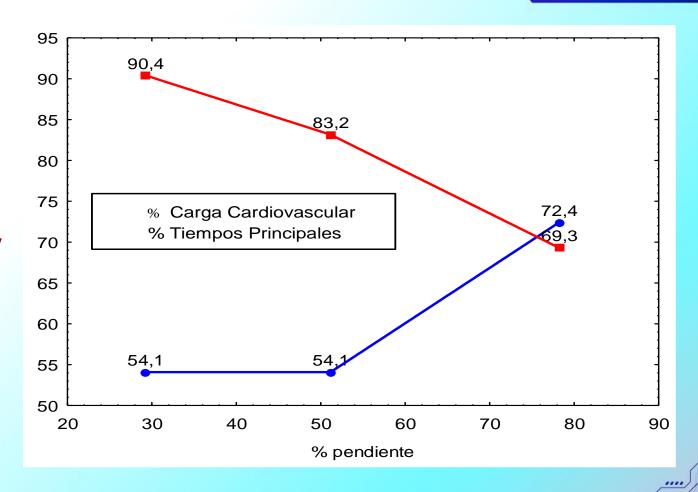


Efectos de la pendiente del terreno:





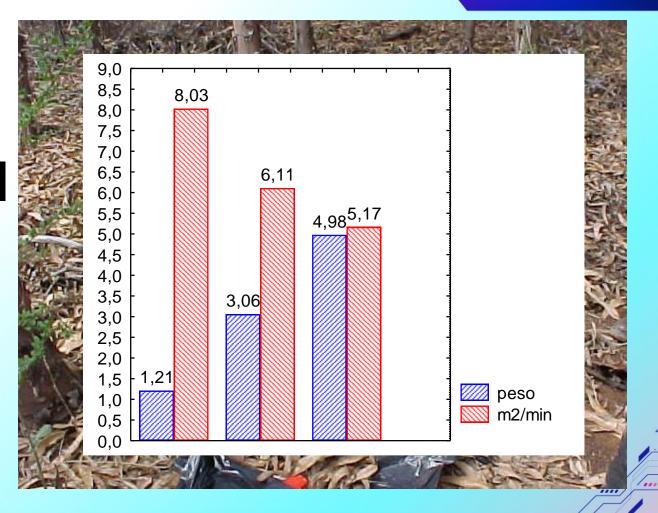
Porcentaje de tiempos principales(en rojo) y porcentaje de carga cardiovascular (azul) en brigadistas trabajando con rangos de pendiente entre 20 y 40%, 40 y 60% y sobre 60 %.





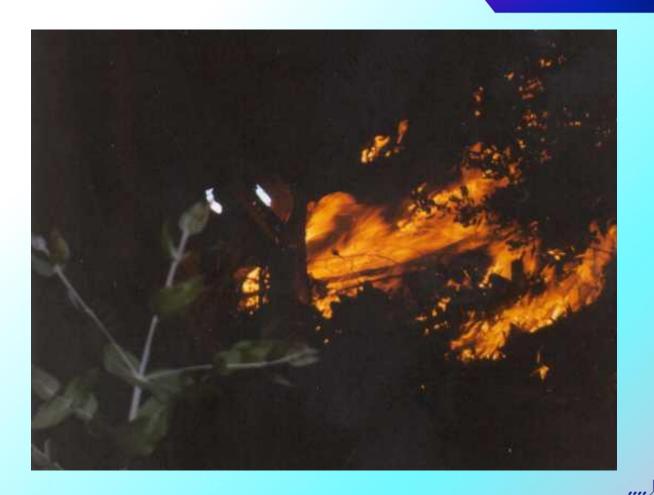
Ffectos del neso de los combustibles:

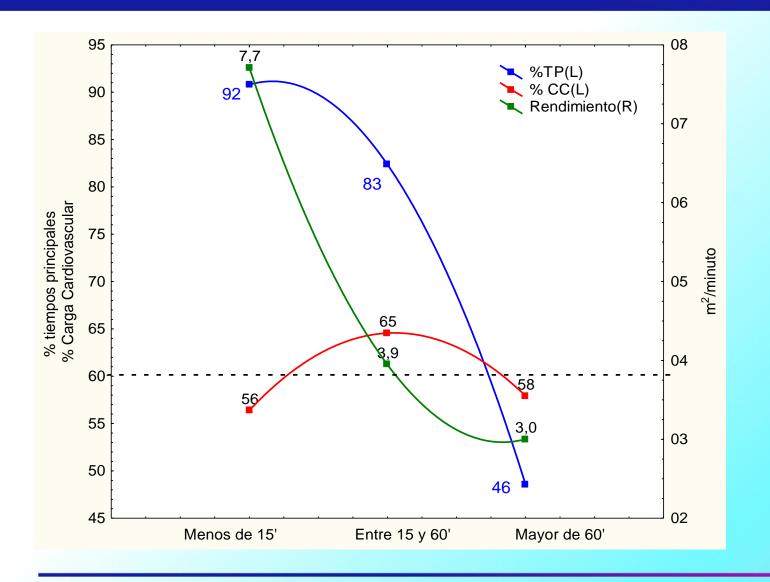
Peso de los combustibles, separados por rangos de menos de 2 kg, entre 2 y 4 kg y sobre 6 kg, y rendimientos observados, expresados en metros cuadrados por minuto.





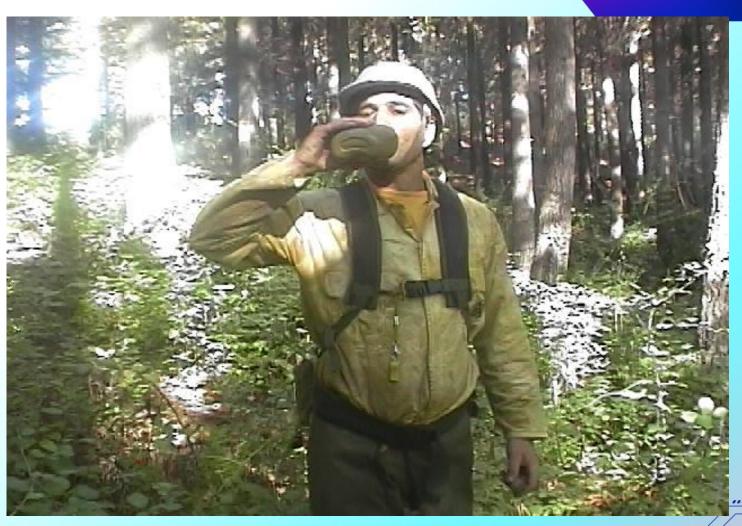
Efectos de la duración de los incendios



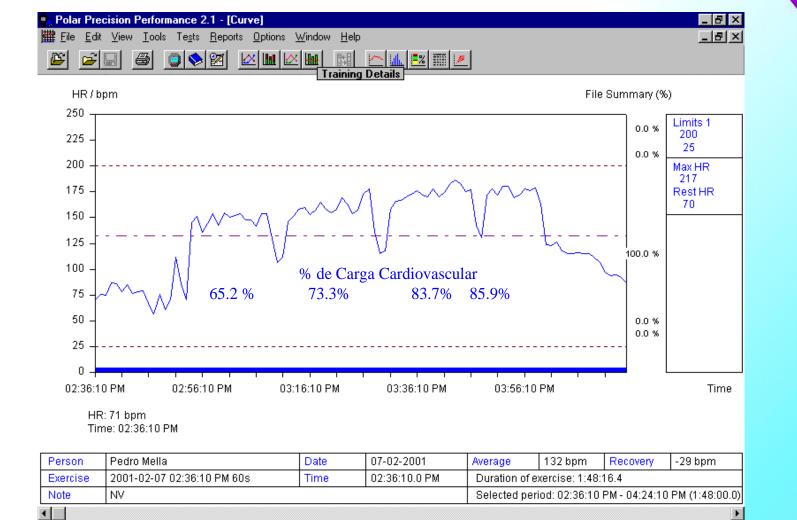




Ensayos de pausas y rotación de funciones







Pedro Mella

Opens the Training Details report



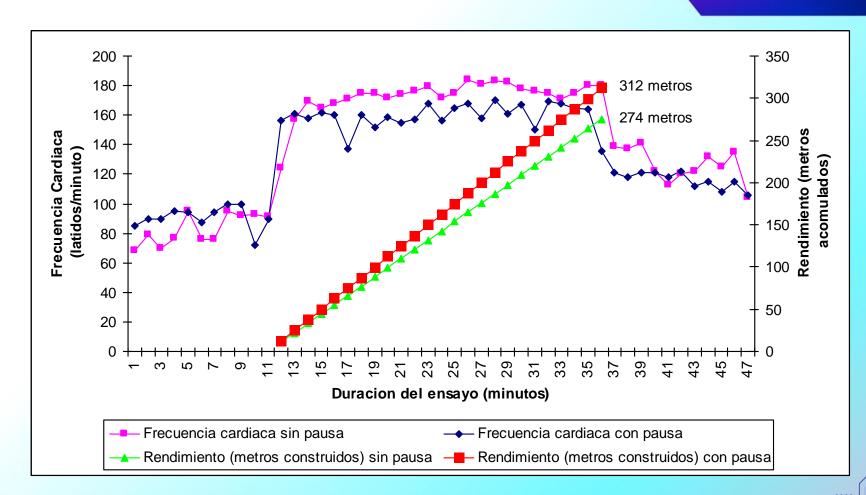


Medidas para disminuir el efecto en la carga de trabajo Esquema de rotacion y pausas dinamicas en brigadas de incendios





Niveles de frecuencia cardiaca y rendimiento para ensayos de 25 minutos, con pausas y sin pausas, para un brigadista durante la temporada 2001-2002





Alimentación e hidratación para el combate del fuego.



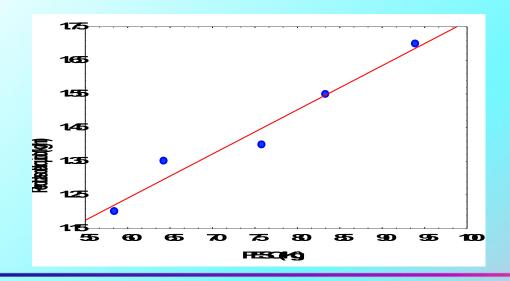
Temperaturas medidas y sudoración durante los ensayos de hidratación y en incendios



	Ensayos hidratación	Incendios
Temperatura de bulbo húmedo ("° C)	19,3	17.4
Temperatura de bulbo seco (°C)	26,5	23.0
Temperatura de globo (°C)	28,4	44,7

	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
Sudor (kg./hora)	1.7	1.0	3.0	0.44

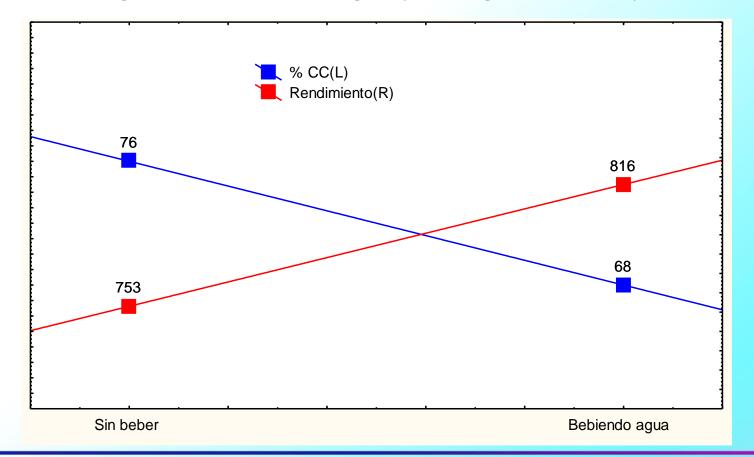








Porcentaje de carga cardiovascular y metros de línea construidos durante 1 hora de trabajo con pausas intercaladas de 3 minutos de duración, cuando el trabajo se hizo con los brigadistas bebiendo agua y sin ingestión de líquido.





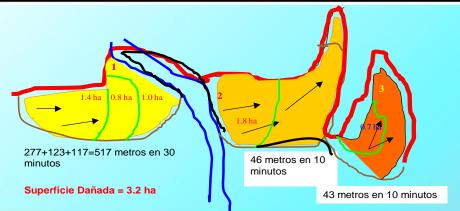
Un último ejemplo de importancia: El costo de una mala planificación





Seguimiento a un brigadista en un incendio que duró 90 minutos, en que la construcción de líneas la efectuó una cuadrilla integrada por 15 personas. El brigadista tenía 18 años.

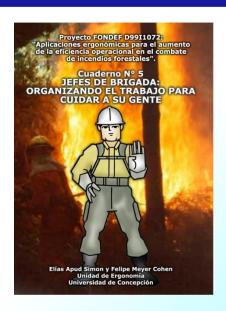
fC Media	fC peak	% CC	Minutos	Actividad	Metros	Calidad	TGBH
					línea		
148	177	67	7,20	corriendo al foco			
189	202	92	10,00	combatiendo	277	1	41,3
188	202	92	10,00	combatiendo	123	2	42,4
187	205	91	10,00	combatiendo	117	2	36,7
170	199	81	10,00	cambio a otro frente			
180	203	87	10,00	combatiendo	46,7	2	39,4
173	186	82	10,00	cambio a otro frente			
166	179	78	10,00	combatiendo	43,1	2	37,9
124	168	52	64,00	recuperandose al fin			











Autocuidado de los trabajadores

La urgencia de la educación





