





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL COMERCIO

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO
EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**

**TEMA: “ESTRÉS TÉRMICO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA
FUNDI LASER Y SU AFECTACIÓN A LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.”**

AUTOR: ARCOS LLERENA, JOHANNA PAOLA

TUTOR: VELÁSQUEZ BELTRÁN, ALEX JAVIER

LATACUNGA





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



OBJETIVOS

Objetivo General.-

Evaluar el estrés térmico en el área de fundición de la empresa Fundi laser y su afectación a la salud de los trabajadores.

Objetivo Específico.-

Parámetros de carga metabólica

Medir la concentración de calor

Elaborar un plan de control de estrés térmico





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



JUSTIFICACIÓN

- Normas nacionales como internacionales
- Desarrollo y protección al personal
- Estabilidad laboral, social y económica.



MARCO LEGAL

- *Constitución de la República del Ecuador*
- *OIT*
- *Código de Trabajo*
- *INSST*
- *Decreto Ejecutivo 2393.*
- *Resolución C.D 513*
- *Decisión 584, Instituto Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.*

Marco Teórico

- Riesgo de Trabajo
- Riesgo Físico
- Estrés térmico por calor
- Variables del Ambiente Térmico
- Intercambio de calor
- Factores individuales del riesgo
- NTP 322
- NTP 323
- Indicadores fisiológicos de la tensión calórica
- Consecuencias del estrés térmico.





ESTIMACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO			
GASTION DE SEGURIDAD		CÓDIGO: EFL-FPMC-01	
FECHA: 07 de Mayo del 2020	ELABORADO POR: PAOLA ARCOS	REVISADO POR: Psic. ALEX VELÁSQUEZ	APROBADO POR: LIC NORMA TIRADO
Nombres: Franklin Patricio		Numero de ficha: 01	
Apellidos: Muñoz Caisa			
PROCESO: FUNDICIÓN			
DATOS			Metabolismo W/m ²
Edad	21		48,059
Sexo	Masculino		
Primera sub actividad: Encender el horno			
Posición del cuerpo		De pie	25
Tipo de trabajo			
Trabajo con las manos		Ligero	15
Sin desplazamiento			
Subtotal			40

El CM viene dado por la ecuación:

Consumo metabólico = basal + postura + actividad + desplazamiento

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i * t_i)}{T}$$

$$T = \sum_{i=1}^n (t_i)$$

CÁLCULO.-

$$M = \frac{15\,325,9 \left(\frac{W}{m^2}\right) * (\text{min})}{100 \text{ min}}$$

$$M = 153,259 \text{ W/m}^2$$

Donde: $T = \sum_{i=1}^n (t_i) = (1 + 2 + 30 + 1 + 60 + 0,5 + 4 + 0,5 + 1) = 100 \text{ min}$

A este valor obtenido se lo debe sumar el metabolismo basal:

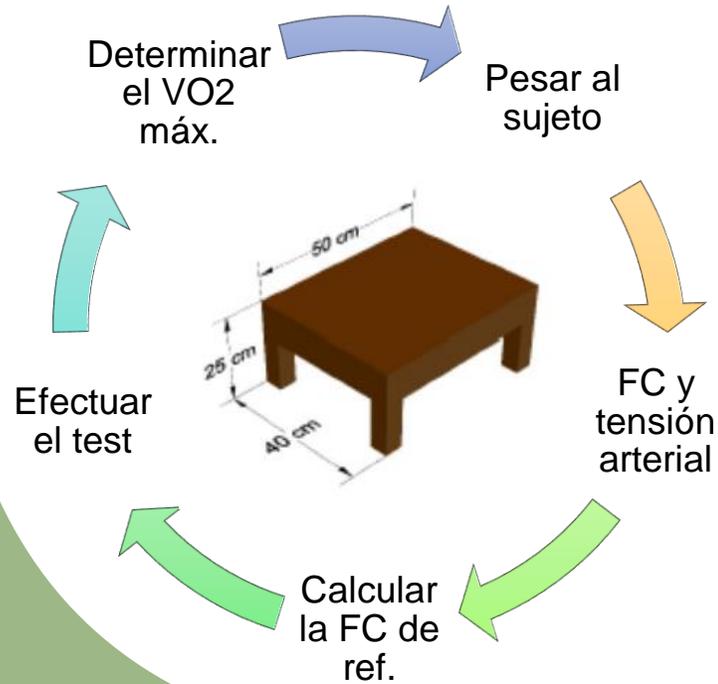
$$M = 153,259 \frac{W}{m^2} + 48,059 \text{ W/ m}^2$$

$$M = 201,318 \text{ W/ m}^2$$





METODOLOGÍA (TEST DE MANERO).-



TRABAJADOR EFL-FPMC-01.-

- Nombres y Apellidos: Franklin Patricio Muñoz Caisa
- Edad: 21 Años
- Sexo: Masculino
- Peso: 68,2 kg.

- Cálculo de la FC de referencia.-

$$\begin{aligned} \text{FC máx.} &= 220 - \text{edad} \\ \text{FC máx.} &= 220 - 21 \\ \text{FC máx.} &= 199 \text{ lat./min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FC ref.} &= 65\% \text{ de la FC máx.} \\ \text{FC ref.} &= 0.65 * 199 \\ \text{FC ref.} &= 129.35 \text{ lat. / min.} \end{aligned}$$

- Carga superada: 4





-DETERMINAR EL VO₂ MÁX.-

		FC 3 (Lat/min.)														
M	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
F	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184	
PESO (Kg)	CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (L / min) VO ₂ máx.														VO ₂ Submáx. (L/min.)	
40-44	365	340	322	301	285	272	258	246	233	224	216	208	199	191	184	144
45-49	388	359	337	319	301	289	274	260	248	237	228	219	210	202	197	153
50-54	411	378	351	333	318	303	289	275	261	250	240	230	222	210	203	162
55-59	438	400	370	350	331	320	306	290	277	265	254	243	234	225	218	172
60-64	459	417	405	378	358	342	324	305	293	281	271	261	250	240	231	181
65-69	482	448	426	407	378	359	340	324	307	295	285	274	262	252	243	109

$$VO_2 \text{ máx.} = \frac{376}{100} = 3,76 \frac{\text{litros}}{\text{minutos}}$$

		FACTOR DE CORRECCIÓN										
Edad	17-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	
VO ₂ máx.	1.00	0.99	0.94	0.89	0.85	0.80	0.76	0.71	0.67	0.62	0.58	

$$VO_2 \text{ máx. (corregido)} = 3,76 * 1 = 3,76 \frac{\text{litros}}{\text{minutos}}$$





CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO (CFT):

$$CFT = \frac{VO_2 \text{máx. (corregido)} * 1000}{\text{peso}} \left[\frac{\text{ml}}{\text{kg} * \text{min}} \right]$$

$$CFT = \frac{3,76 * 1000}{68,2 \text{kg}} \left[\frac{\text{ml}}{\text{kg} * \text{min}} \right]$$

$$CFT = 55,13 \left[\frac{\text{ml}}{\text{kg} * \text{min}} \right]$$

CLASIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO

CLASIFICACIÓN DE LA CFT	
<35	Baja
35-45	Normal
>45	Alta

ml/kg/min

GASTO CALÓRICO MÁXIMO (GCM):

$$GCM = 3,76 \left[\frac{\text{litros}}{\text{min}} \right] * \frac{5 \text{ Kcal}}{1 \text{ litro}} = 18,8 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}}$$

LÍMITE ENERGÉTICO

$$\text{Lim. Energético} = 18,8 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{min}} \right] * 0,30 = 5,64 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}} = 338.4 \text{ kcal/h.}$$

CLASIFICACIÓN LÍMITE ENERGÉTICO

CLASIFICACION	LIGERA	MODERADA	PESADA	MUY PESADA
Mujer	<110	110 - 180	181 - 240	>240
Hombre	<150	150 - 250	251 - 350	>350





ZONAS DE DESEMPEÑO FISIOLÓGICOS

Gasto energético Kcal/min	ZONAS DE DESEMPEÑO FISIOLÓGICO Y AJUSTE DEL TIEMPO DE TRABAJO																			
	Gasto calórico máximo (Kcal/min)																			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
2,4	60																			
2,7	39	60																		
3,0	28	44	60																	
3,3	22	35	48	60																
3,6	18	29	39	50	60															
3,9	15	24	33	42	51	60														
4,2	13	21	29	37	45	53	60													
4,5		19	26	32	40	46	53	60												
4,8			23	29	35	41	48	54	60											
5,1			20	26	32	38	43	49	55	60										
5,4				24	29	34	39	45	50	55	60									
5,7					27	32	36	41	46	51	55	60								
6,0					25	29	34	38	42	47	51	60	60							
6,3						27	32	36	39	44	48	56	56	60						

N°	TRABAJADOR	PROCESO	M (Kcal/Hora)	M (Kcal/min)
1	Franklin Patricio Muñoz Caisa	FUNDICIÓN	312,64	5,21

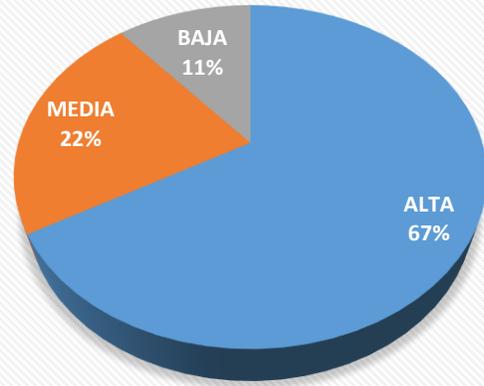
TABLA DE RESULTADOS

CLASIFICACION DE LA CAPACIDAD FISICA Y NIVEL DE ACTIVIDAD											
ELABORADO POR: PAOLA ARCOS				REVISADO POR: PSIC. ALEX VELÁSQUEZ				APROBADO POR: LIC. NORMA TIRADO			
ÁREA: FUNDICIÓN			EQUIPOS: TENSÍOMETRO / OXÍMETRO			ÉPOCA: VERANO			Fecha: 12 de Mayo del 2020		
RESULTADOS DE LAS MEDICIONES											
N°	Código trabajador según actividad	VO ₂ máx en lts/min	Factor de corrección según la edad	VO ₂ máx en lts/min corregido	Capacidad Física de Trabajo (CFT)	Clasificación de la Capacidad Física de Trabajo	Gasto Calórico máximo (GCM)	Limite energético	Nivel de actividad	Consumo metabólico (Kcal/min)	Desempeño fisiológico (1 hora)
1	EFL-FPMC-01	3,76	1	3,76	55,13	ALTA	18,8	5,64	PESADO	5,21	60 min de trabajo
2	EFL-LAAR-01									6,57	29 min de trabajo 31 min de descanso
	EFL-LAAR-02	3,75	0,76	2,85	31,32	BAJA	14,25	4,28	PESADA	7,3	26 min de trabajo 34 min de descanso
3	EFL-MJBR-01	3,76	0,94	3,53	41,58	MEDIA	17,65	5,3	PESADO	6,9	42 min de trabajo 18 min de descanso
	EFL-MJBR-02									6,4	44 min de trabajo 16 min de descanso



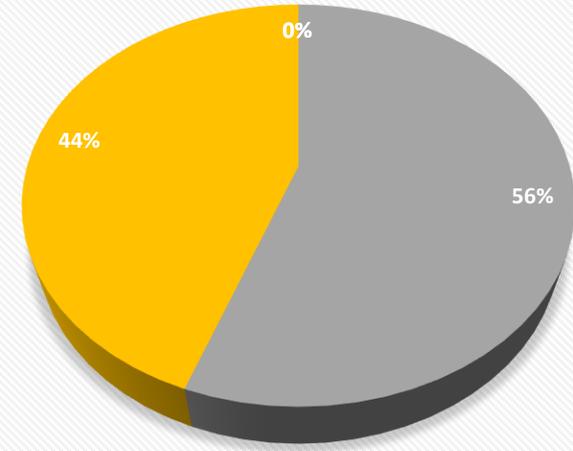


CLASIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD FÍSICA EN OBREROS DE LA EMPRESA FUNDI LASER



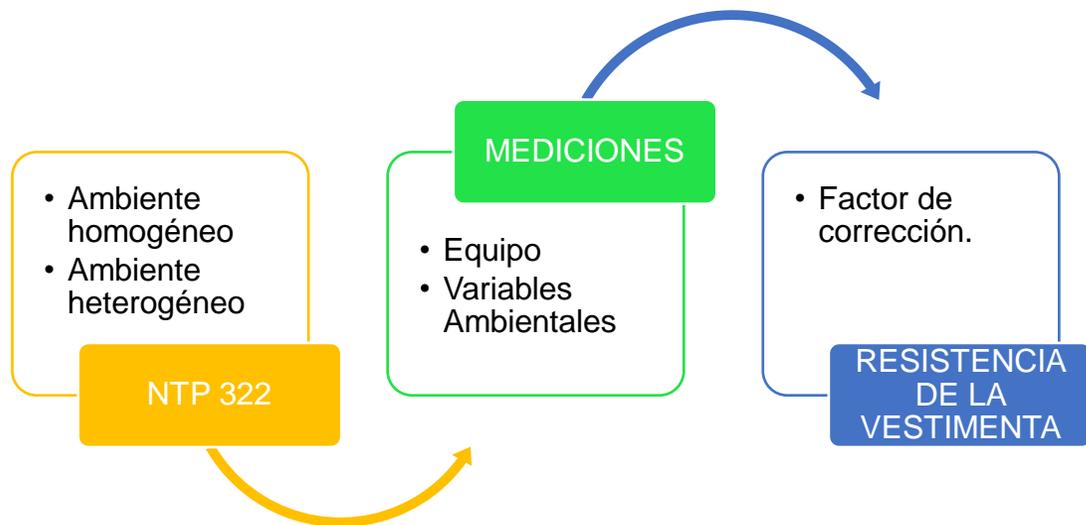
■ ALTA ■ MEDIA ■ BAJA ■

CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD



■ LIGERA ■ MODERADA ■ PESADA ■ MUY PESADA





Vestido	<u>I_{cl}</u>	Corrección WBGT
Uniforme de trabajo de verano	0,6	0
Conjunto de algodón	1	-2
Uniforme de trabajo de invierno	1,2	-4
Uniforme aislante permeable	1,4	-6

Resistencia térmica del conjunto de la ropa (I_{cl}):

0,68 clo

Identificación del trabajador:

Datos de partida:

Prenda	Descripción	clo	m ² -K-W ⁻¹
Calzoncillos cortos, slips	Algodón	0,004	0,001
Calcetines gruesos, tobilleros	112 g (masa de la prenda)	0,05	0,008
Camiseta, manga larga	Algodón	0,12	0,019
Pantalones de trabajo	100% algodón	0,24	0,037
Cazadora de trabajo	35% algodón, 65% poliéster	0,21	0,033
Gorros	100 g (masa de la prenda)	0,01	0,002
Zapatos		0,05	0,008





- **Modelado: Ambiente Heterogéneo**

- Medición 1

Cabeza: $T_g = 32,3 \text{ °C}$ $T_a = 29,8 \text{ °C}$ $H\% = 33,7$ **WBGT = 23,6**

Abdomen: $T_g = 32,3 \text{ °C}$ $T_a = 29,8 \text{ °C}$ $H\% = 32,4$ **WBGT = 23,9**

Tobillos: $T_g = 32,31 \text{ °C}$ $T_a = 29,1 \text{ °C}$ $H\% = 32,2$ **WBGT = 23,1**

$$WBGT = \frac{WBGT(\text{cabeza}) + 2 * WBGT(\text{abdomen}) + WBGT(\text{tobillos})}{4} \text{ °C}$$

$$WBGT_{TOTAL} = \frac{23,6 + 2 * 23,9 + 23,1}{4} \text{ (°C)}$$

$$WBGT_{TOTAL} = 23,6 \text{ °C}$$

$$WBGT1 = 23,6 \text{ °C}$$

$$WBGT2 = 22,3 \text{ °C}$$

$$WBGT3 = 22,5 \text{ °C}$$

$$WBGT_{promedio} = 22,8 \text{ °C}$$

- **Fundición: Ambiente Homogéneo**

- Mediciones:

Medición 1= $T_g = 34,47 \text{ °C}$ $T_a = 36,23 \text{ °C}$ $H\% = 63,46$ **WBGT = 36,40**

Medición 2: $T_g = 34,94 \text{ °C}$ $T_a = 36,37 \text{ °C}$ $H\% = 63,56$ **WBGT = 36,68**

Medición 3: $T_g = 33,90 \text{ °C}$ $T_a = 36,65 \text{ °C}$ $H\% = 63,40$ **WBGT = 36,36**

$$WBGT_{promedio} = 36,48$$

- ÍNDICE TGBH-WGBT PERMITIDO

DECRETO
EJECUTIVO
2393

NTP 322





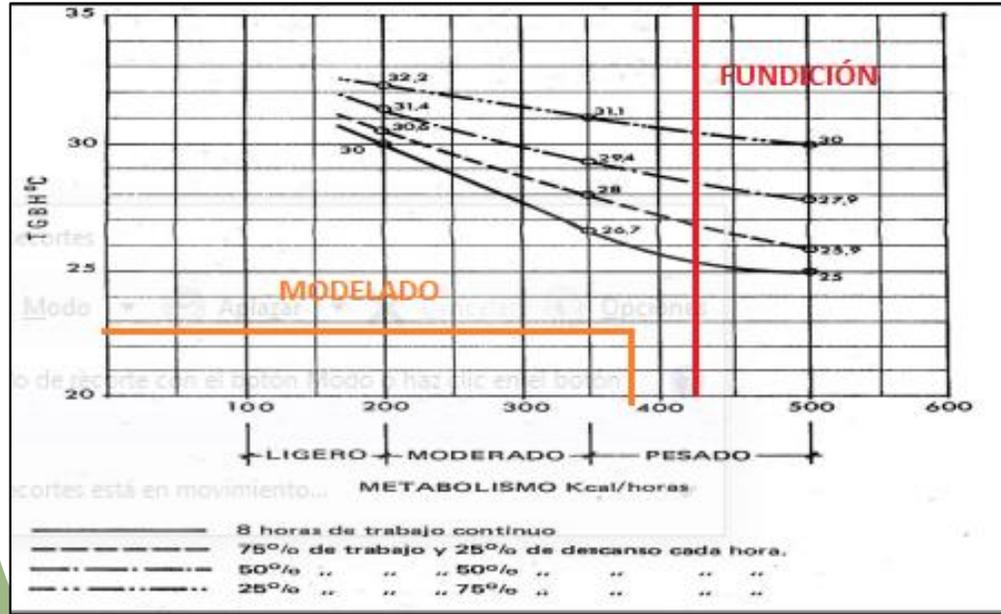
ESPE

ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



ÍNDICE TGBH-WGBT PERMITIDO.-

CURVAS ESTIMACIÓN TRABAJO-DESCANSO



EFL-LAAR-01	22,2 °C	Trabajo continuo
	36,48 °C	25% trabajo 75 % descanso

DECRETO EJECUTIVO 2393

TIPO DE TRABAJO	LIVIANA	MODERADA	PESADA
	CM < 200 Kcal/h	200 < CM < 350 Kcal/h	CM > 350 Kcal/h
Trabajo continuo	TGBH= 30	TGBH=26,7	TGBH= 25
75%Trabajo 25%descanso	TGBH=30,6	TGBH= 28	TGBH= 25,9
50%trabajo 50%descanso	TGBH= 31,4	TGBH= 29,4	TGBH= 27,9
25%Trabajo 75% descanso	TGBH= 32,2	TGBH= 31,1	TGBH= 30

NTP 322

CONSUMO METABOLICO Kcal/hora	WGBT LIMITE °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	v=0	v≠0	v=0	v≠0
<100	33	33	32	32
100-200	30	30	29	29
200-310	28	28	26	26
310-400	25	26	22	23
>400	23	25	18	20





- MODELADO**

WBGT medido= 22,8°C

Resistencia vestimenta = 0,68

CM= 353,47 W/m²

Factor de corrección vestimenta = 0

Porcentaje trabajo-descanso= trabajo continuo

TGBH D.E. 2393= 25 °C

WBGT NTP 322= 25 °C

$$D = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$$

$$D = \frac{22,8^{\circ}C}{25^{\circ}C} = 0,91 = \text{Riesgo Medio}$$

- FUNDICIÓN**

WBGT medido= 36,48 °C

Resistencia vestimenta = 0,72

CM= 285,83

Factor de corrección vestimenta = -1

Porcentaje trabajo-descanso= 25% Trabajo 75% descanso

TGBH D.E. 2393= 30 °C → TGBH – F. corrección= 29°C

WBGT NTP 322= 25 °C → NTP 322- F. corrección= 24°C

DOSIS=

$$D = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$$

$$D = \frac{36,48^{\circ}C}{29^{\circ}C} = 1,26 = \text{P. intolerable}$$

$$D = \frac{WBGT\ medido}{WBGT\ permitido}$$

$$D = \frac{36,48^{\circ}C}{24^{\circ}C} = 1,52 = \text{P intolerable}$$

Puntuación	Tolerable	Parcialmente tolerable	Medio	Parcialmente intolerable	Intolerable
Dosis de calor	< 0.1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	> 2





ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



MEDICIONES DE ESTRES TERMICO POR CALOR

ELABORADO POR:
PAOLA ARCOS
AREA: FUNDICION

REVISADO POR:
Psic. ALEX VELASQUEZ
EQUIPO: Delta Ohm- HD 32.3

APROBADO POR:
Lic. NORMA TIRADO
EPOCA: VERANO

Nº. 1

FECHA: 21-05-2020

DATOS DE LAS MEDICIONES

N	TRABAJADOR	HORA	ACTIVIDAD	VESTIMENTA (clo)	CM #/m ²	WBGT OBTENIDO (°C)	WBGT PERMITIDO (°C)	DOSIS	NIVEL DE RIESGO			
1	EFL-FPMC-01	8:00	FUNDICION	0,81	201,32	34	2393	31,1-F.corrección= 30,1	1,13	Parcialmente intolerable		
							NTP 322	26-F.corrección= 25	1,36	Parcialmente intolerable		
		10:00				35,9	2393	31,1-F. corrección=30,1	1,2	Parcialmente intolerable		
							NTP 322	26-F.corrección= 25	1,43	Parcialmente intolerable		
2	EFL-LAAR-01	8:40	MODELADO	0.68	253,85	22,2	2393	25	0,88	Riesgo Medio		
							NTP 322	26	0,85	Riesgo Medio		
		10:40	FUNDICION			0.72	281,6	36,48	2393	30-F.corrección=29	1,25	Parcialmente Intolerable
									NTP 322	25-F.corrección=24	1,52	Parcialmente Intolerable
3	EFL-MJBR-01	8:40	MODELADO	0.68	265,57	22,2	2393	25	0,88	Riesgo Medio		
							NTP 322	25	0,88	Riesgo Medio		
		10:40	FUNDICION			0.72	247,4	36,48	2393	30-F.corrección=29	1,25	Parcialmente Intolerable
									NTP 322	26-F.corrección=25	1,46	Parcialmente Intolerable
4	EFL-GWBG-01	8:40	MODELADO	0.68	267,11	22,2	2393	25	0,88	Riesgo Medio		
							NTP 322	25	0,88	Riesgo Medio		
		14:00				29,2	2393	27,9	1,1	Parcialmente Intolerable		
							NTP 322	25	1,17	Parcialmente Intolerable		
5	EFL-GOCC-01	8:40	MODELADO	0.68	265,8	22,2	2393	25	0,88	Riesgo Medio		
							NTP 322	25	0,88	Riesgo Medio		
		14:00				29,2	2393	27,9	1,1	Parcialmente Intolerable		
							NTP 322	25	1,17	Parcialmente Intolerable		





ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

6	EFL-WPCC-01	08:00	AYUDANTE MODELADO	0,68	353,47	22,8	2393	25	0,91	Riesgo Medio
							NTP 322	25	0,91	
		10:40	AYUDANTE FUNDICION	0,72	285,83	36,48	2393	30-F.corrección=29	1,26	Parcialmente Intolerable
							NTP 322	25-F.corrección=24	1,52	





→ PROPUESTA PLAN DE CONTROL DE ESTRÉS TÉRMICO

OBJETIVOS

- GENERAL.- Generar una herramienta de prevención y control
- ESPECÍFICOS.-
 - -Establecer procedimientos prácticos de seguridad e higiene laboral
 - - Fomentar una cultura preventiva

ALCANCE

- Personal operativo de la Empresa Fundi Laser.
- Personal externo
- Necesidades y requerimientos del Gerente Propietario

MÉTODOS DE CONTROL

- Fuente
- Medio
- Receptor

PELIGROS Y RIESGOS EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN

- Peligro
- Riesgo
- Disposiciones de Seguridad



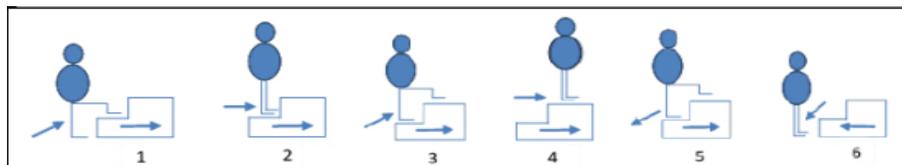


ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL

PROCEDIMIENTO PARA EL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO



PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIÓN – RIESGO TÉRMICO



PROCEDIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN, USO Y RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL





PROCEDIMIENTO PARA LA ACLIMATACIÓN DEL PERSONAL



PROCEDIMIENTO PARA LA HIDRATACION Y CLIMATIZACIÓN

TRABAJADOR	PROCESO	ADECUACIÓN RÉGIMEN TRABAJO-DESCANSO (WBGT)
EFL-FPMC-01	Fundición	36 minutos de trabajo 24 minutos de descanso
EFL-LAAR-01	Modelado	60 minutos de trabajo
	Fundición	30 minutos de trabajo 30 minutos de descanso
EFL-MJBR-01	Modelado	60 minutos de trabajo
	Fundición	31 minutos de trabajo 29 minutos de descanso



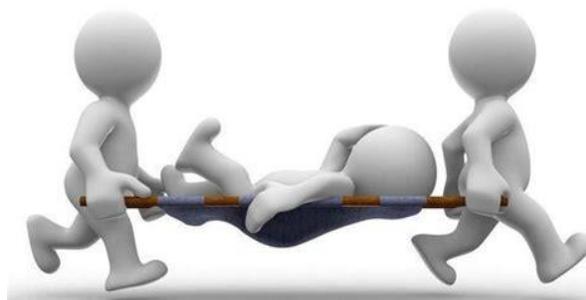


ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

PROCEDIMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD - [AUTOVIGILANCIA](#)



PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS POR CALOR





OBJETIVO 1	CONCLUSIÓN 1	RECOMENDACIÓN 1
<p>-Parámetros de carga metabólica -Afecciones a la salud</p>	<p>El 67% de los trabajadores poseen una CFT alta, no obstante existen casos complicados como el del trabajador LAAR cuya capacidad física es baja ocasionando que sus tiempos de descanso sean prolongados; de igual forma el 56% del total de trabajadores se caracterizan por realizar actividades “pesadas”.</p>	<p>Adoptar actividades de acondicionamiento físico con la finalidad de preparar físicamente al personal para cambios de rutina durante la jornada laboral y desgaste físico que se ocasione durante la actividad.</p>
OBJETIVO 2	CONCLUSIÓN 2	RECOMENDACIÓN 2
<p>Medir la concentración de calor</p>	<p>Valores más altos durante el proceso de fundición, destacando como principal afectado el personal localizado en la plataforma (parcialmente intolerable). El proceso de Modelado presentan un riesgo de exposición medio ($0,5 < D < 1$) alertando la necesidad de implementar medidas preventivas.</p>	<ul style="list-style-type: none">-Realizar mantenimiento al sistema de ventilación forzado-Aplicar técnicas de hidratación-Realizar evaluaciones de estrés térmico anualmente-Renovar y dotar de indumentaria 100% algodón
OBJETIVO 3	CONCLUSIÓN 3	RECOMENDACIÓN 3
<p>Elaborar un plan de control de estrés térmico</p>	<p>Con el fin de disminuir, eliminar o controlar el riesgo térmico por calor, se presentaron procedimientos de seguridad enfocados en el control del receptor.</p>	<ul style="list-style-type: none">-Cumplir con el Plan de Control de Estrés Térmico, realizando las actualizaciones debidas.-Involucrando la participación directa del personal operativo y administrativo de la entidad.

