ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede Latacunga

Diseño de un sistema de calefacción para el control del nivel de disconfort térmico por frío en las oficinas del DSDE de la UFA Sede Latacunga.



AUTORA :Quintero Hernández, Pamela Mishell

DIRECTOR: Ing. Unapucha Tenorio, Edison Javier

ANTECEDETES

Según Aveiga (2021) nos dice que el confort térmico se relaciona en cómo se siente un trabajador en términos de temperatura dentro de un espacio en específico.

Cuando las temperaturas son más frías o calientas de lo normal, los trabajadores tienden a coincidir que hace demasiado frio o demasiado calor en el lugar de trabajo.

El bienestar térmico es el grado de confort que es valorado satisfactoriamente por un conjunto mayoritario de usuarios cuando se cumplen unas condiciones ambientales determinadas (Guillén, 2019).

En la actualidad la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Latacunga, en el DSDE, se ha identificado que la oficina de docentes 2 presenta condiciones que provocan disconfort térmico por frío.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existencia de riesgos ergonómicos que están presentes en el entorno laboral en la oficina de docentes 2 del departamento de seguridad y defensa debido a la presencia de disconfort térmico por frío.

Disminución del bienestar y la comodidad de los docentes.

Reducción del desempeño laboral.

Posibles afecciones a la salud asociadas al frío y al estrés térmico.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar un sistema de calefacción efectivo que controle el nivel de disconfort térmico por frío en las oficinas del DSDE de la UFA Sede Latacunga?



JUSTIFICACIÓN



1. Evaluar el riesgo ergonómico y determinar los niveles a los cuales se encuentran expuestos los docentes basándonos en la UNE-EN ISO 7730.

2. Reducir los riesgos ergonómicos en relación con el disconfort térmico por frio.

3. Establecer medidas preventivas

4. Mejorar las condiciones de confort térmico los puestos de trabajo.





OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de calefacción para el control del nivel de disconfort térmico por frío en las oficinas del DSDE de la UFA ESPE sede Latacunga.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un plano detallado de las oficinas del Departamento de Seguridad y Defensa.
- Calcular las cargas térmicas necesarias para la calefacción en cada espacio de las oficinas, considerando la distribución y dimensión.
- Representar gráficamente la ubicación óptima de los calefactores en el plano.

ALCANCE

La presente investigación tiene como fin evaluar los niveles de disconfort térmico por frio en ambientes interiores como es el caso de la oficina de docentes 2 del departamento de seguridad y defensa de la UFA ESPE sede Latacunga, siguiendo las directrices establecidas por la UNE-EN ISO 7730.



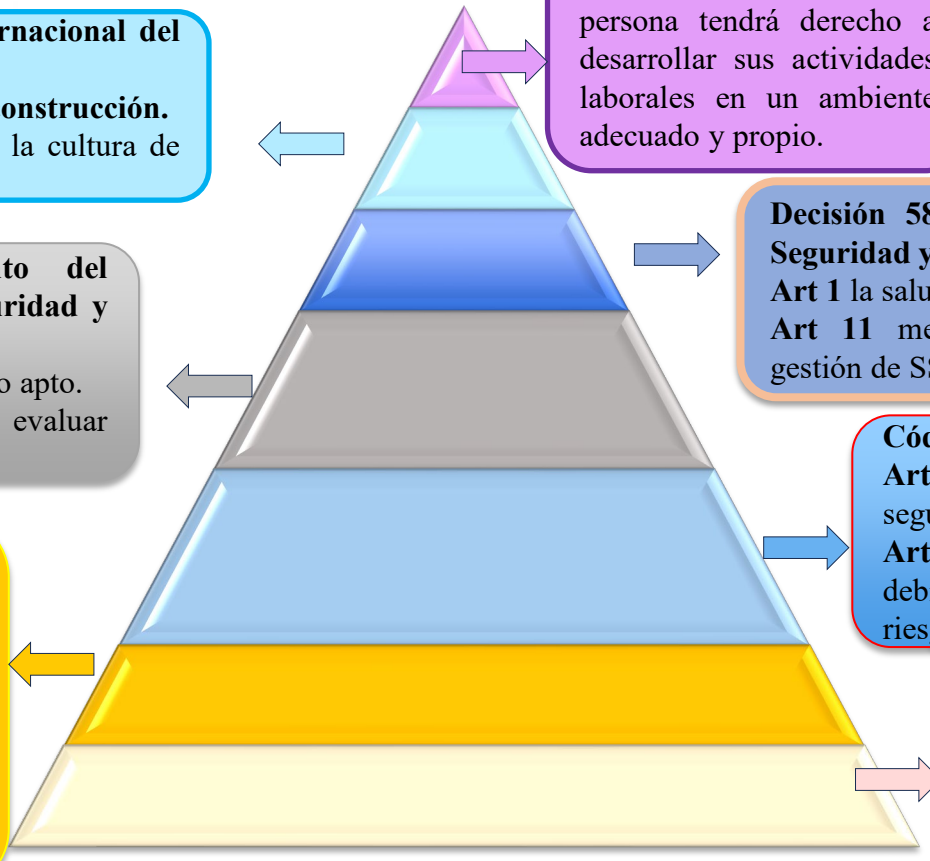
MARCO LEGAL

OIT(Organización Internacional del Trabajo)
Seguridad y salud en la construcción.
Convenio 187. Promover la cultura de prevención de SST.

Constitución del ecuador
Art. 326 numeral 5. "Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus actividades laborales en un ambiente adecuado y propio.

Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo
Art 4 lita a Ambiente de trabajo apto.
Art 5 lita b Aplicación para evaluar riesgos

Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo
Art 1 la salud es un derecho fundamental.
Art 11 medidas para un sistema de gestión de SST.



Decreto Ejecutivo 255 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo
Art 15. materia de SST.
Art45. Riesgos ergonómicos.
ANEXO 3
Art. 25. Riesgos ergonómicos ambientales-confort térmico.

Código de Trabajo del Ecuador
Art. 42 condiciones laborales seguras.
Art. 349 enfermedad profesional debido a exposición de factores de riesgo.

UNE-EN ISO 7730 Ergonomía del ambiente térmico
Establece los métodos para la predicción de la sensación térmica general y del grado de incomodidad de las personas.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

SALA DE DOCENTES 2



La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE fue creada por el presidente Dr. José Luis Tamayo, el 16 de junio de 1922 por decreto presidencial. cuenta con varias sedes que están ubicadas en la cuidad de Quito parroquia Sangolquí, Santo Domingo de los Tsáchilas y sus dos sedes en Latacunga.

Desarrollo objetivo específico 1

Elaborar un plano detallado de las oficinas del Departamento de Seguridad y Defensa.

Actividad 1: Levantar información y medidas de espacio de las oficinas del DSDE.

Se programó una visita técnica en la oficina 2 del departamento de Seguridad y defensa.

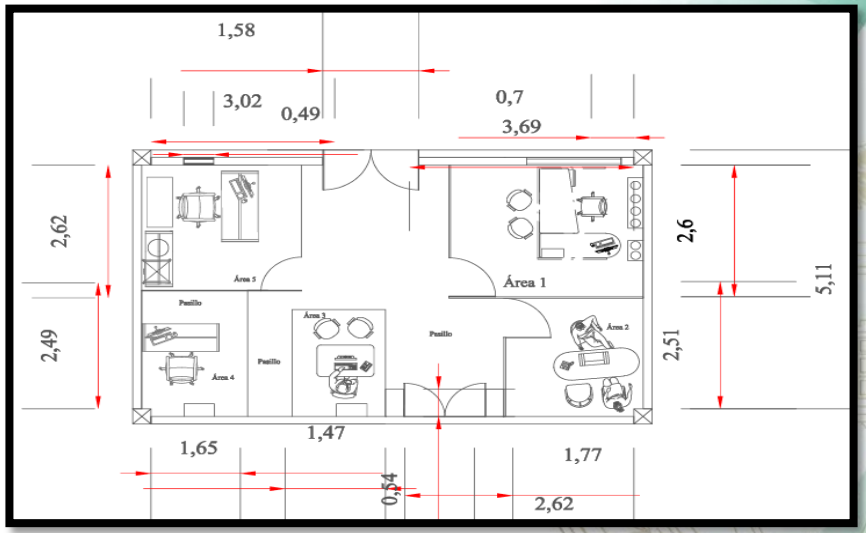
Departamento	Ancho	Largo	Área total
Seguridad y Defensa	8.24 m2	5.11 m2	42.10 m2



Ver pág. 68- 69

Actividad 2: Elaborar un plano detallado donde conste la ubicación de áreas, mobiliario y equipos de oficina.

Puesto	Formula		Área
	b	a	
1	3.69	2.60	9.59 m2
2	2.62	2.51	4.44 m2
3	1.65	2.20	3.10 m2
4	1.47	2.49	4.10 m2
5	2.62	3.02	7.91 m2



Ver pág. 70- 71

Actividad 3: Revisar el plano para asegurar que cumpla con los requerimientos de Seguridad y funcionamiento.

Puesto	Medida actual	Medida D.E 255	Observación
Director de carrera	9.59 m2	4 m2	Cumple
Coordinadora de investigación	4.44 m2	4 m2	Cumple
Coordinador de área de conocimiento	3.10 m2	4 m2	No cumple
Coordinador de vinculación	4.10 m2	4 m2	Cumple
Coordinadora de emprendimiento	7.91 m2	4 m2	Cumple

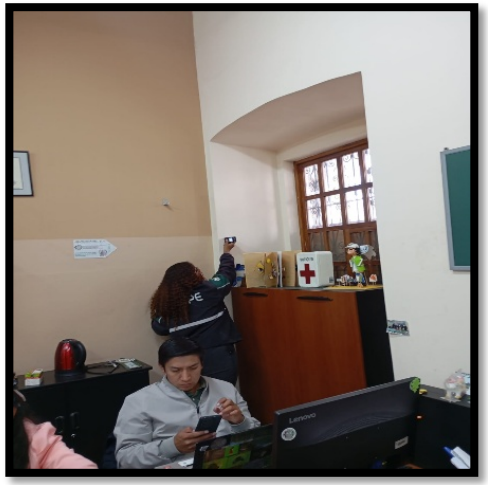
Ver pág. 75- 76

Desarrollo objetivo específico 2

Calcular las cargas térmicas necesarias para la calefacción en cada espacio de las oficinas, considerando la distribución y dimensión.

Actividad 1: Medir las dimensiones de cada espacio de trabajo.





Actividad 2 : Calcular la carga térmica de calefacción de cada área según las dimensiones.

Fórmula de la carga térmica basado en el documento de cálculo para cargas térmicas

$$Q_{Total} = \sum(U * A * \Delta T) + (\rho * V * n * Cp * \Delta T) /3600$$

Q_{Total}: Carga térmica total

ΔT: Diferencia de temperatura

U: Transmisión térmica del cerramiento

A: Superficie del cerramiento

ρ: Densidad volumétrica del aire

V: volumen

n: tasa de renovación de horarios

Cp: Calor especifico del aire

Área 1

7

$$Q_{trans} = U * A * \Delta T /1000$$

$$Q_{trans} = 1.4 * 15.2 * 12/1000$$

$$Q_{trans} = 2.55 \text{ kW}$$

$$Q_{inf} = \rho * V * n * Cp * \Delta T/ 3600$$

$$Q_{inf} = (1.2 * 42.6 * 1.2 * 1.005 * 12) / 3600$$

$$Q_{inf} = 1.14 \text{ kW}$$

$$Q_{neto} = 3.69 * 0.85$$

$$Q_{neto} = 2.14 \text{ kW}$$

Ver pág.82 - 83

Actividad 2 : Calcular la carga térmica de calefacción de cada área según las dimensiones.

Fórmula de la carga térmica

$$Q_{Total} = \sum(U * A * \Delta T) + (\rho * V * n * Cp * \Delta T) /3600$$

Q_{Total}: Carga térmica total

ΔT: Diferencia de temperatura

U: Transmisión térmica del cerramiento

A: Superficie del cerramiento

ρ: Densidad volumétrica del aire

V: volumen

n: tasa de renovación de horarios

Cp: Calor especifico del aire

Área 2

$$Q_{trans} = U * A * \Delta T /1000$$

Q_{trans} = 1.1 * 12.1 * 12/1000

Q_{trans} = 1.60 kW

$$Q_{inf} = \rho * V * n * Cp * \Delta T/ 3600$$

Q_{inf} = 1.2 * 33.9 *1.2 * 1.005 * 12/3600

Q_{inf} = 0.91 kW

Q_{neto} = 2.13 kW

Actividad 2 : Calcular la carga térmica de calefacción de cada área según las dimensiones.

Fórmula de la carga térmica

$$Q_{Total} = \sum(U * A * \Delta T) + (\rho * V * n * Cp * \Delta T) /3600$$

Q_{Total}: Carga térmica total

ΔT: Diferencia de temperatura

U: Transmisión térmica del cerramiento

A: Superficie del cerramiento

ρ: Densidad volumétrica del aire

V: volumen

n: tasa de renovación de horarios

Cp: Calor especifico del aire

Área 3

$$Q_{trans} = U * A * \Delta T /1000$$

9

Q_{trans} = 1.6 * 14.7 * 12/1000

Q_{trans} = 2.83 kW mayor % por presencia de vidrios

$$Q_{inf} = \rho * V * n * Cp * \Delta T/ 3600$$

Q_{neto} =3.34 kW

Actividad 2 : Calcular la carga térmica de calefacción de cada área según las dimensiones.

Fórmula de la carga térmica

$$Q_{Total} = \sum(U * A * \Delta T) + (\rho * V * n * Cp * \Delta T) /3600$$

Q_{Total}: Carga térmica total

ΔT: Diferencia de temperatura

U: Transmisión térmica del cerramiento

A: Superficie del cerramiento

ρ: Densidad volumétrica del aire

V: volumen

n: tasa de renovación de horarios

Cp: Calor especifico del aire

Área 4

10

$Q_{trans} = U * A * \Delta T /1000$

Q_{trans} = 1.3 * 8.5 * 12/1000

Q_{trans} = 1.33 kW

$Q_{inf} = \rho * V * n * Cp * \Delta T/ 3600$

Q_{inf} = 1.2 * 23.8 * 1.2 * 1.005 * 12/3600

Q_{inf} = 0.64 kW

Q_{neto} = 1.67 kW

Actividad 2 : Calcular la carga térmica de calefacción de cada área según las dimensiones.

Fórmula de la carga térmica

$$Q_{Total} = \sum(U * A * \Delta T) + (\rho * V * n * Cp * \Delta T) /3600$$

Q_{Total}: Carga térmica total

ΔT: Diferencia de temperatura

U: Transmisión térmica del cerramiento

A: Superficie del cerramiento

ρ: Densidad volumétrica del aire

V: volumen

n: tasa de renovación de horarios

Cp: Calor especifico del aire

Área 5

11

$$Q_{trans} = U * A * \Delta T /1000$$

$$Q_{trans} = 1.2 * 6.3 * 12/1000$$

$$Q_{trans} = 0.91 \text{ kW}$$

$$Q_{inf} = \rho * V * n * Cp * \Delta T/ 3600$$

$$Q_{inf} = 1.2 * 17.6 * 1.2 * 1.005 * 12/3600$$

$$Q_{inf} = 0.47 \text{ kW}$$

$$Q_{neto} = 1.17 \text{ kW}$$

Se procedió a calcular las variables de cada una de las áreas utilizando un termo hidrógeno y un anemómetro.

Primera medición			Tiempo		Humedad relativa %	Temperatura del aire ºC	Velocidad del aire (m/s)	Temperatura del globo (TG) º C
Fecha	Puesto	Cargo	Inicial	Final	Valor	Valor	Valor	Valor
24/11/2025	1	Director de carrera	08:00 am	08:05 am	65	18.2	0.0	18.2
	2	Coordinadora de investigación	08:05 am	08:10 am	65	18.2	0.0	18.2
	3	Coordinador del área de conocimiento	08:10 am	08:15 am	66	17.2	0.0	17.2
	4	Coordinador de vinculación	08:15 am	08:20 am	66	18.0	0.0	18.0
	5	Coordinadora de planificación	08:20 am	08:25 am	66	18.0	0.0	18.0

Actividad 3: **Verificar que los cálculos cumplan con la normativa en base a Decreto Ejecutivo 255.**

Los resultados obtenidos de la visita técnica realizada en la oficina en la cual podemos notar que basándonos en los limites permisibles según el decreto ejecutivo 255

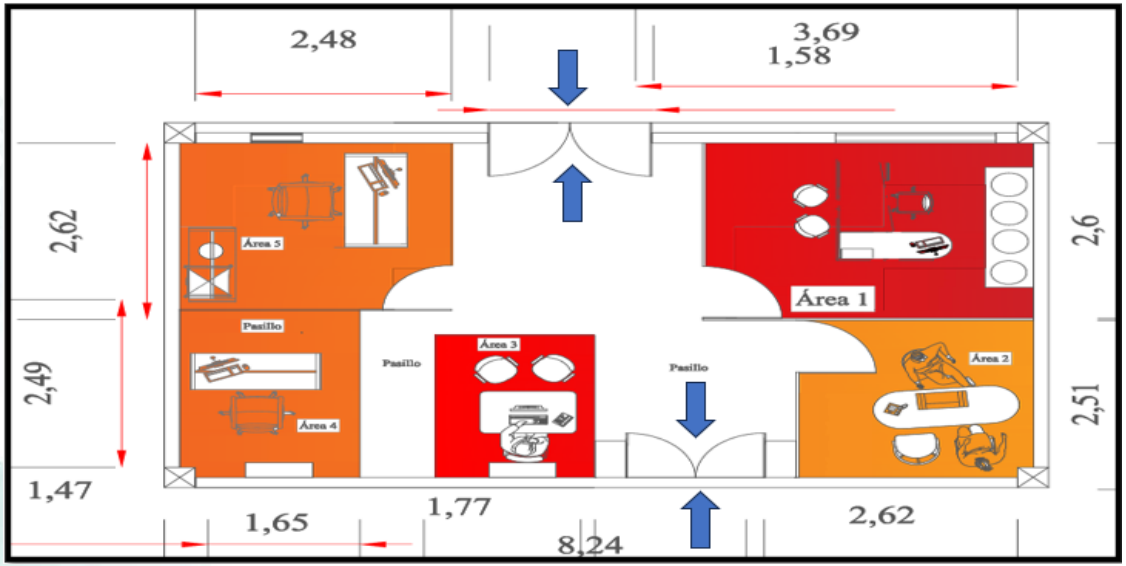
Puesto	Valor obtenido	Valor D.E 255	Cumplimiento
1	17.2ºC	≤ 28º C	No cumple
2	18.2ºC	≤ 28º C	No cumple
3	17.2ºC	≤ 28º C	No cumple
4	18ºC	≤ 28º C	No cumple
5	18ºC	≤ 28º C	No cumple

Ver pág. 95-103

Desarrollo objetivo específico 3

Representar gráficamente la ubicación óptima de los calefactores en el plano.

Actividad 1: Identificar las zonas con mayor pérdida de calor mediante un mapa para priorizar la ubicación del calefactor.



Nivel	Color
Importante	
Intolerable	

Ver pág. 80 - 84

Actividad 2: Consultar las recomendaciones del fabricante y normativa legal vigente sobre las distancias mínimas entre calefactores.

Recomendaciones del fabricante

Los calefactores SPLIT MAX PRO es la opción eficiente y económica para las oficinas, con su tecnología de bajo voltaje.

- Mantener limpio el equipo
- No utilizar el equipo mayor a 12 horas
- Realizar mantenimientos de acuerdo con el manual

Distancia mínima

La normativa legal vigente para distancias mínimas entre cada calefactor en Ecuador nos establece que deben colocarse a no menos de 1.5 metros de distancia en la Ley Orgánica Del Servicio Público de Energía Eléctrica más conocida como la (LOSPEE) y la Regulación ARCONEL 001/18.

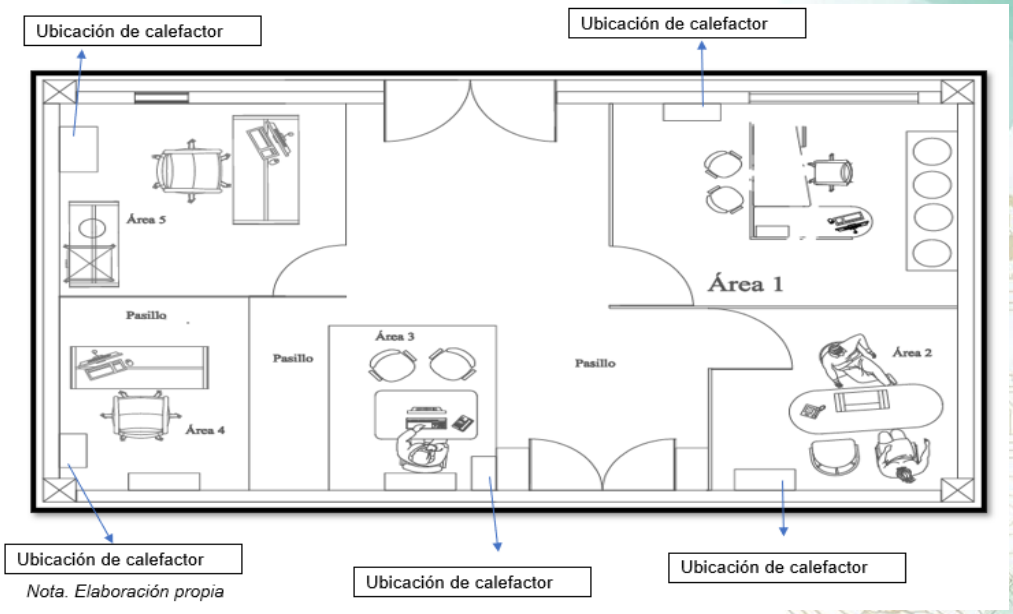


Actividad 3: Incluir en el plano la ubicación e instrucciones de uso del calefactor.

Instrucciones del equipo

Modo de uso

- Colocar el equipo en superficies firmes y estables
- Conectar el cable directo a un tomacorriente de 110 V
- Encienda el equipo desde su control remoto o desde el panel de control
- Seleccione el modo frio o calor según lo necesite
- Ajustar la velocidad del flujo de aire
- Oriente el equipo hacia la zona deseada



Nota. Elaboración propia

Instrucciones del equipo

Recomendación

- Usar en espacios cerrados para obtener mejores resultados

Mantenimiento

- Limpieza de filtros

Realizar limpieza de los filtros al menos una vez al mes

- Revisión visual de la unidad

Asegúrese que la unidad exterior esté libre de polvo, suciedad o cualquier tipo que pueda obstruir el equipo

- Revisión general del sistema



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

OBJETIVO 1

Elaborar un plano detallado de las oficinas del Departamento de Seguridad y Defensa.

CONCLUSIÓN

El levantamiento de información y la toma de medidas de los espacios de la oficina del departamento de Seguridad y Defensa, permitió obtener datos sobre las dimensiones y distribución de los espacios de trabajo, estos resultados constituyen a una base fundamental para mejorar las condiciones de disconfort térmico.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda implementar revisiones periódicas utilizando como base de referencia el plano previamente elaborado, para verificar in situ las dimensiones de cada una de las áreas y compararlas con los limites permisibles del Anexo 3 del Decreto Ejecutivo 255, asegurando su cumplimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

OBJETIVO 2

Calcular las cargas térmicas necesarias para la calefacción en cada espacio de las oficinas, considerando la distribución y dimensión.

CONCLUSIÓN

Se logró evidenciar que las molestias ergonómicas por disconfort térmico que tienen los docentes arrojó el cálculo de las cargas térmicas con un total de 7.45 kW distribuidos en las cinco áreas de trabajo internas los equipos fortalecen sustancialmente el diseño del sistema de calefacción con cinco unidades SPLIT MAX PRO con una capacidad total de 9.5 kW.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda establecer un protocolo de monitoreo cada 15 días, para validar la correcta distribución de calor proporcionada por los calefactores, registrando los datos obtenidos dentro de una matriz Hazop.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

OBJETIVO 3

Representar gráficamente la ubicación óptima de los calefactores en el plano.

CONCLUSIÓN

La correcta ubicación de los calefactores minimiza el riesgo de disconfort térmico por frio, garantizando así una distribución adecuada para cada una de las áreas, adoptando factores de seguridad para lograr una sostenibilidad energética y ergonomía ocupacional de acuerdo con lo establecido en el Decreto Ejecutivo 255, Anexo 3.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda realizar revisiones eléctricas en las instalaciones del Departamento de Seguridad y Defensa (DSDE), para evitar la sobre carga de los equipos.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

