



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

# **“Variación en los niveles de glucosa por exposición laboral a temperaturas menores a menos 20 grados centígrados en cámaras de congelación.”**

## **T E S I S   D E   P O S G R A D O**

Que para obtener el grado de: Especialista en Salud en el Trabajo

---

Presenta:

M.C. Benito Martínez Leyva

Asesores: Dr. José Horacio Tovalín Ahumada

Dr. Rubén Marroquín Segura

Jurados: M en C. Marlene Rodríguez Martínez  
M en C. Germán Pichardo Villalón  
E en M.T. Carmen Adriana García García

México, D.F. Junio 2012

## AGRADECIMIENTOS:

La elaboración de esta tesis fue un esfuerzo, dedicación y compromiso propio para poder culminar este proyecto, agradeciendo a la vida por darme esta oportunidad y expresar de la misma forma mi agradecimiento a todos los que contribuyeron a que se hiciera posible la culminación de esta tesis.

A mis padres por apoyarme en todo momento y darme el aliento para seguir preparándome.

A mis hermanos por proporcionarme la fuerza necesaria en los momentos difíciles.

A mis directores de tesis Dr. Horacio Tovalín Ahumada; Dr. Rubén Marroquín Segura, por confiar en mí para la realización de esta tesis.

A mis jurados por su tiempo, apoyo, atención y confianza.

A mis maestros y compañeros del posgrado por las aportaciones en esta etapa de mi vida profesional.

A todos gracias.

INDICE	Pag.
Resumen	4
I. Introducción	6
II. Planteamiento del problema	7
III. Marco teórico	9
1 Características técnicas del estrés por ambientes fríos	9
1.1 Mecanismos fisiológicos de la termorregulación	10
1.2 La sobre carga térmica y la tensión térmica por frio	11
1.3 Balance térmico	12
1.4 Metabolismo	13
1.5 Tiempo máximo admisible	15
1.6 Definiciones de los parámetros útiles para el estrés por frio	16
1.7 Equipos necesarios y las mediciones de los parámetros físicos	16
1.8 Riesgos laborales a la salud producidos por estrés al frio	19
2 Reacciones metabólicas	20
2.1 Activación progresiva de los mecanismos por sobrecarga de frio	20
2.2 Evaluación técnica del estrés térmico por frio.	21
2.3 Índice de aislamiento del vestido requerido	21
3. Trabajos en cámaras frigoríficas	22
3.1 Procedimientos de control y ambientes térmicos	24
3.2 Síntomas en el hombre	25
3.3 Consecuencias por hipotermia	26
3.4 Salud y frio	31
3.5 Farmacología y frio	34
4 Metabolismo de los carbohidratos	35
4.1 Efectos metabólicos de la insulina	37
4.2 Importancia de la regulación de la glucemia	38
4.3 Diabetes Mellitus	38
4.4 Diagnostico	39
5 Medidas correctoras y sistemas de control	40
5.1 Legislaciones en México existentes en relación a temperaturas abatidas	41
IV. Objetivos	43
1. Generales	43
2. Específicos	43
IV. Hipótesis	43
1. General	43
2. Especificas	43
V Metodología	44
1. Tipo de estudio	44
2. Población de estudio	44
3. Criterios de inclusión	44
4. Criterios de exclusión	44
5. Variables	44
6. Instrumentos	45
7. Procedimientos	45
8. Análisis estadístico	46
VI Resultados	47
VII Discusión y conclusiones	54
VIII Recomendaciones	58
IX. Bibliografía	65
X. Anexos	66
Anexo1: Cuestionario de factores psicosociales de la UNAM.	66

## Resumen.

**Introducción:** El presente trabajo de tesis tiene la finalidad de mostrar los resultados de un estudio sobre, cambios o modificaciones en el nivel de glucosa en un grupo de trabajadores expuestos a temperaturas de menos de -20 grados centígrados en cámaras de congelación durante un periodo de 3 años. El objetivo general fue identificar si hay cambios o modificaciones en el nivel de glucosa en un grupo de trabajadores expuestos a temperaturas de menos de -20 grados centígrados en cámaras de congelación durante un periodo de 3 años. **Metodología.** Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo. La población de estudio fue de trabajadores que laboran en un centro de distribución donde se almacena productos congelados en sus distintos puestos de trabajo y que están expuestos a temperaturas abatidas de menos 20 grados centígrados. La muestra fue de 50 trabajadores, donde se tomaron 25 que estuvieron expuestos a el factor físico de las siguientes áreas: (5) almacén, (5) recibo, (5) armado (5) limpieza, (5) protección, y 25 trabajadores que no estuvieron expuestos: (5) mesa de control, (5) gerencia, (5) compras, (5) oficinas, (5) de recibo, de estos fueron 23 del turno matutino, 13 del turno vespertino y 14 del turno nocturno, en cuanto a la forma de trabajo 17 de estos trabajadores laboran a destajo, es decir aquellos trabajadores que a mayor producción sin importar el tiempo de exposición al agente físico obtienen mayor ingreso económico y los 33 restantes laboraran 8 horas, restándoles 30 minutos en la ingesta de sus alimentos. Para poder hacer la comparación, y que cumplieran con los criterios de inclusión. Se recabo información de la variable de nivel de glucosa en sangre en trabajadores del periodo del 2008 al 2011, así como en el nivel de hemoglobina glucosilada solo en el año 2011. Las mediciones fueron a través del método de espectrometría por laboratorio clínico. La información en relación a factores psicosociales e índices de afecciones a la salud, mediante la aplicación de cuestionarios de condiciones de trabajo y salud ESTUNAM. El cálculo de consumo de calorías de la muestra en estudio como parte integral se evaluó a través de la aplicación del cuestionario del programa (SNUT) Sistema de Evaluación de Hábitos nutricionales y consumo de nutrientes perteneciente al Instituto Nacional de Salud Publica. La captura, codificación e interpretación de las diferentes variables valoradas con estos instrumentos se realizo por medio de la base de datos de EXCEL y el programa SPSS. Se uso la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para comparar los grupos expuestos y no expuestos. **Resultados:** Se encontró una población trabajadora donde predomina el grupo de edad mayor de 38 años de edad con un 54%; 80% son del sexo masculino; Siendo el área de trabajo en la que se distribuyen con un 20% almacén; 10% recibo interno, armado, limpieza, protección, mesa de control, recibo externo, gerencia, oficinas administrativas. 46% en relación a la antigüedad laboral corresponde a aquellos que tienen de 7 a 10 años; La distribución por turnos con el 46% corresponde al turno matutino; la forma de trabajo con un 66% fue de turnos de 8 horas; El 78% de los trabajadores tienen antecedentes heredofamiliares directos de diabetes mellitus. En cuanto a la comparación de niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada del año 2008 al 2011 en trabajadores expuestos y no expuestos al frio, se observo que

los niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada aumentaron en los trabajadores expuestos durante el periodo de estudio. (Año 2008  $p=0.01$ , 2010, 2011,  $p=0.000$ ); En cuanto a el nivel de glucosa y hemoglobina glucosilada por grupo de edad del periodo 2008 al 2011 en expuestos y no expuestos al frio, se observo que los niveles de glucosa aumentan en relación a la edad de vida de 22 a 36 años, siendo mas significativos en el año 2010 y 2011. ( $p=0.000$ ). En la exposición por antigüedad laboral expresada en años en relación con el nivel de glucosa y hemoglobina glucosilada del periodo 2008 al 2011, se observo que los niveles de glucosa aumentan en relación al tiempo de exposición siendo significativo en los expuestos durante el periodo de estudio. En los niveles de glucosa en relación al peso en trabajadores expuestos y no expuestos al frio en el periodo del 2008 a 2011 nos muestra que los expuestos con mayor obesidad se encuentran con niveles altos de glucosa y hemoglobina glucosilada que los no expuestos. En cuanto a la relación de consumo o ingesta de calorías y tipo de jornada laboral no se encontró relación probablemente al tamaño de la muestra de estudio. **Conclusiones:** Con los resultados arrojados en este estudio se muestran datos de importancia para aumentar el conocimiento con respecto al tema de exposición laboral a bajas temperaturas, como consecuencia generar y llevar a cabo programas de trabajo preventivos aplicados a este agente físico, con el objetivo de evitar efectos negativos en la salud del trabajador expuesto.

## I. INTRODUCCION

El estrés por frío se define como la carga térmica impuesta al organismo con el que se pueden esperar pérdidas de calor mayores a las normales y acciones termorreguladoras, compensadoras para mantener la termo neutralidad del cuerpo. Una persona sana, con la ropa y los equipos adecuados y con una organización adecuada del trabajo, se encuentra aun en una situación que ponga en riesgo su salud. Las pérdidas normales de calor por tanto se refieren a las que experimentan normalmente las personas durante las condiciones de vida al aire libre. Al contrario de lo que ocurre en condiciones de calor, la ropa y la actividad física son factores positivos en el sentido de que cuanto más ropa se lleve más, se reduce la pérdida de calor y cuanto más actividad física se realice, mayor es la producción interna de calor y la posibilidad de compensar la pérdida de calor. En consecuencia, los métodos de evaluación centrados en la determinación de la protección necesaria (ropa) con unos ciertos niveles de actividad física, exigen conocer los valores de protección, temperatura o ciertas combinaciones de ambos. Sigue existiendo controversia sobre si la exposición al frío durante largos períodos de tiempo de las personas que viven en regiones frías supone un riesgo para la salud. La situación es bastante diferente en el caso de las personas con problemas de salud, en cuyo caso la exposición al frío puede ser un problema. En algunas situaciones, la exposición al frío o a factores relacionados con el frío o el efecto combinado del frío y otros riesgos pueden poner en peligro la salud. (Bartolomé, 2000)

Las industrias siguen creciendo y creando fuentes de trabajo con actividades de exposición al frío desde mataderos, frigoríficos hasta lugares de trabajo en la intemperie como pueden ser establecimientos petrolíferos. Las industrias donde se conservan los productos alimentarios en cámaras de congelación, su importancia crece por ser una de las industrias de las que provee cantidades de empleo a las poblaciones mexicanas y que en estos últimos años a incrementado las bodegas o centros de distribución dedicados a esta actividad donde se exponen a la población que labora a temperaturas abatidas y otros factores que pueden influir, como la obesidad, nutrición deficiente o mal equilibrada, las jornadas de trabajo excesivas, rotación de turnos, y el estrés laboral pueden contribuir a dañar a el cuerpo, inclusive generar variaciones del nivel de glucosa en sangre que al tratar de compensar, esta respuesta metabólica el organismo, puedan causar mayor daño al ya expuesto al factor físico de la hipotermias, lo que hace que los trabajadores pongan en peligro su salud. Aunado a esto las normas mexicanas encargadas de legislar crean la norma 015-STPS-2001 donde cita el tema de temperaturas elevadas o abatidas en los centros de trabajo, sin embargo desde las versiones anteriores de estas normas no han hecho cambios que contribuyan a proteger a los trabajadores en un mundo cambiante en el área industrial,

De aquí nace la importancia que se ha centrado en temperaturas abatidas y daños a la salud por la exposición al frío, en identificar variaciones en el nivel de glucosa en un grupo de trabajadores expuestos a temperaturas de menos de -20 grados centígrados en cámaras de congelación durante un periodo de 3 años. Esto permitirá realizar un análisis e identificación de posibles daños y presentar un programa de intervención.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El plan de estudios de la Especialidad de Salud en el Trabajo, como requisito de las actividades académicas solicita realizar un Diagnóstico de Salud y Seguridad e Higiene en un centro de trabajo, para lo cual al tener 7 años de experiencia laboral en el departamento de servicio médico, en un centro de distribución de productos alimentarios que requieren almacenamiento en cámaras frigoríficas, en el estado de México. La empresa, no contaba hasta el año 2010 con este documento, y al presentarles la propuesta de realizarlo en su centro de trabajo accedieron a que se generara el Diagnostico de Salud, Seguridad e Higiene.

En el centro de distribución de productos congelados es variable la plantilla de trabajadores por arriba de 150 trabajadores, distribuidos en 3 turnos de 8 horas cada uno, laborando de 6 días a la semana, cuentan con las prestaciones de trabajo que marca la ley, así como departamento de Servicio Medico y sindicato de trabajadores interno. Generalmente los trabajadores que están en los diversos departamentos que conforman a el área operativa y que están expuestos a temperaturas abatidas los dejan por mas de 15 días en su turno o si el trabajador solicita mas tiempo y trabajar a destajo se lo permiten aumentado mas el tiempo de exposición del trabajador al factor físico y el riesgo de sufrir algún tipo de accidente laboral por agotamiento físico.

Aunado a esto que la mayoría de los trabajadores están expuestos a múltiples factores de riesgo: Físicos (ruido, vibraciones, iluminación deficiente). Ergonómicos (como posturas forzadas, herramientas inadecuadas, manejo de cargas sin previa inducción al puesto).

En los factores Psicosociales se encontró que también se involucran en gran parte al desempeñar su trabajo, ya que son padres de familia que tienen mas de dos hijos, aumentando sus actividades extra laborales, domesticas, e incrementando su nivel de estrés, repercutiendo en la calidad de vida de estos trabajadores.

El departamento de Recursos humanos de la empresa, aproximadamente hace 9 años les viene proporcionando a los trabajadores expuestos al frio alimentos que no fueron indicados por profesionales en esa área (Nutriólogo) o de forma equilibrada para compensar el gasto de calorías, siendo un factor que puede contribuir a alimentos con demasiadas calorías que puedan generar sobrepeso u obesidad, e inclusive resistencia a receptores de insulina que modifican el nivel de glucosa en sangre.

La elección del tema fue motivada por que se ha observado en trabajadores expuestos de forma directa a este factor físico en cámaras de congelación y un tiempo de exposición considerable aun con equipo de protección personal variaciones en las concentraciones de el nivel de glucosa central en los exámenes de laboratorio clínico evaluados anualmente y son trabajadores que tienen antigüedad en el puesto mas de 3 años, no existe a nivel país literatura extensa sobre este tema de investigación o que expliquen los daños, afectaciones a la salud por exposición crónica, solo se reporta en la bibliografía que las poblaciones que viven en climas fríos extremos tienen mayor incidencia

de presentar diabetes mellitus, sin mencionar el mecanismo fisiopatológico o los factores que posiblemente contribuyan a generar este daño.

Considerando las posibles consecuencias en la organización y trabajadores a partir de las evidencias observadas durante la realización del diagnóstico de Salud, Seguridad e Higiene; La pregunta de estudio de tesis es: ¿La exposición a temperaturas abatidas se relaciona con niveles de glucosa elevados en los trabajadores estudiados?

### III. MARCO TEORICO.

#### 1. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ESTRÉS POR AMBIENTES FRIOS.

El cuerpo humano es un generador constante de calor, una persona sin hacer ninguna actividad y con un gasto energético mínimo, es decir solo para mantener su organismo vivo conocido como metabolismo basal, genera entre 65 y 80 Watios de calor, según edad, sexo, y superficie corporal.

El ser humano produce la energía que necesita para mantener su cuerpo vivo y activo a partir de los alimentos (glucosa) y del oxígeno, a lo largo de complejas reacciones químicas, se va convirtiendo en calor, alrededor del 50% de la energía de los alimentos ya desde el inicio del proceso se transforma en calor y el otro 50% se transforma en adenosina trifosfato(ATP), del cual la mayoría se convierte en calor al pasar a formar parte de los sistemas metabólicos celulares, que solo aprovechan una pequeña cantidad de energía restante, al final prácticamente toda la energía de una forma u otra se transforma en calor dentro del organismo, excepto una fracción, generalmente muy pequeña, que lo hace fuera a partir del trabajo externo que realiza el hombre.

Un hombre de una contextura física normal, descansando genera unos 115W de calor, caminando por una superficie plana a una velocidad de entre 3.5 y 5.5 Km/h genera de 235W a 360 W; pero si acelera el peso a más de 7Km/h su producción de calor esta alrededor de los 520W. En un trabajo muy severo la producción de calor puede sobrepasar los 900W. Como los deportistas de alto rendimiento, que realizando una actividad muy intensa pueden alcanzar los 2000 W durante unos minutos.

La eficiencia mecánica del hombre es baja ya que entre el 75% y el 100% de la energía que produce y consume para realizar sus actividades se convierte en calor dentro del organismo según el tipo de actividad, al que hay que sumar el calor producido por el metabolismo basal necesario para mantenerse vivos.

Sin embargo la generación continua de calor no siempre garantiza la temperatura interna mínima necesaria para la vida y para la realización de las actividades cuando las personas se encuentran expuestas a determinadas condiciones de frío, con lo cual las bajas temperaturas pueden llegar a constituir un peligro, no obstante por lo general los ambientes de altas temperaturas son mucho mas peligrosos que fríos, pues normalmente resulta más fácil protegerse del frío que del calor. (Holmer; et al 2001)

La temperatura interna o central es decir, la de los tejidos profundos del organismo, es el promedio ponderado de las diferentes temperaturas de las partes y órganos del cuerpo. Estas temperaturas toman diferentes valores según la actividad; la parte del cuerpo y la hora, oscilando con el ritmo circadiano y manteniéndose dentro de  $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$ . aproximadamente, salvo en enfermedad febril; e incluso si el individuo queda expuesto a temperaturas de bulbo seco tan bajas como 12 grados centígrados, o tan altas como 60 grados

centígrados, aunque el intervalo de supervivencia puede extenderse, en algunos casos, desde los 28 grados centígrados, hasta los 44 grados centígrados de temperatura interna, la temperatura interna considerada normal, en la que no deben de producirse afectaciones, oscila alrededor de los 37.6 grados centígrados dentro de un intervalo de 36 a 38 grados, no obstante durante actividades físicas intensas puede llegar a alcanzar los 40 grados, lo cual en circunstancias específicas es necesario para lograr el rendimiento adecuado.

Los valores de temperaturas tomadas en el recto( temperatura rectal) son aproximadamente 0.6 grados centígrados mayores que los de la temperatura bucal, cuyo valor promedio se encuentra entre 36.7 y 37 grados centígrados mientras la temperatura media cutánea puede variar en un intervalo más amplio, ya que aumenta o disminuye siguiendo las condiciones ambientales y la actividad metabólica, esta temperatura tiene importancia cuando nos referimos a la capacidad de la piel para ceder calor al ambiente.

Se llega fácilmente a la conclusión de que constituye una condición indispensable, para la salud y para la vida, mantener la temperatura interna dentro de los estrechos límites vitales de la sutil diferencia de 4 a 5 grados centígrados.

#### 1.1 MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE LA TERMOREGULACION.

Dado que todo proceso metabólico, está asociado a la formación de energía calórica y para poder contrarrestar los desequilibrios que le pueden llegar a provocar problemas al organismo, cuenta con un mecanismo de regulación de calor, el cuerpo humano genera energía a través de numerosas reacciones bioquímicas cuya base son los compuestos que forman los alimentos y el oxígeno del aire inhalado. La energía que se crea se emplea en mantener las funciones vitales, realizar esfuerzos, movimientos, gran parte de esta energía desprendida es calorífica. El calor generado mantiene la temperatura del organismo constante siempre que se cumpla la ecuación del balance térmico.

Cuando la potencia generada no puede disiparse en la cantidad necesaria, porque el ambiente es caluroso, la temperatura del cuerpo aumenta y se habla de riesgo de estrés térmico. Si por el contrario el flujo de calor cedido al ambiente es excesivo, la temperatura del cuerpo desciende y se dice que existe riesgo de estrés por frío. Se generan entonces una serie de mecanismos destinados a aumentar la generación interna de calor y disminuir su pérdida, entre ellos destaca el aumento involuntario de la actividad metabólica y la vasoconstricción, implicando la activación de los músculos con la correspondiente generación de energía acompañada de calor. (Guyton, 2006)

La vasoconstricción trata de disminuir el flujo de sangre a la superficie del cuerpo y dificultar así la disipación de calor al ambiente. Paradójicamente y debido a la vasoconstricción, los miembros más alejados del núcleo central del organismo ven disminuido el flujo de sangre y por lo tanto del calor que ésta transporta, por lo que su temperatura desciende y existe riesgo de congelación en manos, pies. Estos dos efectos principales del frío, descenso de la

temperatura interna (hipotermia) y congelación de los miembros originan la subdivisión de las situaciones de estrés por frío en enfriamiento general del cuerpo y enfriamiento local de ciertas partes del cuerpo (extremidades, cara).

Es así que una actividad en posición de sentado genera 400Kj/hora y de esta una pequeña cantidad es necesaria para mantener la temperatura del cuerpo, en general el sistema circulatorio a través de la sangre y es el responsable de la función disipadora la cual toma el calor interior del cuerpo y transporta a las zonas periféricas del mismo, esta área se denomina termorregulación del aparato circulatorio.

El centro regulador anatómico de nuestro organismo se localiza en el hipotálamo, y cuando se produce un desequilibrio en el balance térmico, este genera una señal que provoca la activación de mecanismo que contrarrestan el efecto desequilibrante térmico, cabe destacar que el sistema genera calor independientemente que el hombre este despierto, realizando alguna tarea o durmiendo.

La parte anterior del hipotálamo actúa como termostato, mientras que la parte posterior como regulador. Cuando se produce el desequilibrio térmico entran en funcionamiento dos sistemas reguladores, el primero es el incremento del flujo sanguíneo periférico, con el objeto de llevar el calor acumulado en los órganos profundos hasta la piel, mediante el aumento de la frecuencia cardíaca, y segundo una vez que el calor se transporta a la piel incrementa la actividad de las glándulas sudoríparas, se obtiene eliminar mediante la evaporación de la transpiración. (Intercambio de calor del cuerpo con el medio ambiente)

Así cuando el corazón bombea sangre a la superficie de la piel, para efectuar la termorregulación disminuye el caudal de sangre a los órganos principales, cuando la temperatura ambiental es próxima a la temperatura normal de la piel, el organismo demora para enfriarse, el corazón continua bombeando la sangre hacia la superficie de la piel, pero la liberación de la transpiración a través de las glándulas sudoríparas es la única forma efectiva para mantener la temperatura del cuerpo regulada.

## 1.2 LA SOBRE CARGA TERMICA Y LA TENSION TERMICA POR FRIO.

Todo ambiente térmico que provoque tensión en las personas que activen su mecanismo de defensa natural, para mantener la temperatura interna dentro su intervalo normal, constituye una sobrecarga, estas sobrecargas térmicas provocan en el organismo las tensiones por calor o frío, La sobrecarga al frío es la causa que provoca en el humano el efecto psicológico que se denomina tensión por frío.

En las condiciones críticas generadas por frío o por calor no hay un equilibrio térmico entre el ambiente y el cuerpo humano. En ambiente crítico por frío la temperatura interna bajara continuamente hasta la muerte si el sujeto permanece expuesto al mismo, sin embargo no todos los individuos reaccionan de la misma forma frente a la misma sobrecarga térmica y lo que para unos

puede constituir un ambiente severo, para otros pudiera no serlo, pero afortunadamente los mecanismos fisiológicos de la termorregulación son eficientes y en los casos en que las condiciones ambientales y la actividad metabólica no permitan un confortable balance térmico del cuerpo y el entorno, se puede desarrollar una tensión más importante según la situación con el fin de alcanzar el equilibrio térmico aceptable, aunque creando incomodidades, fatiga, disminución de la capacidad física y mental.

Cuando no se logra este equilibrio térmico aceptable o permisible porque los mecanismos fisiológicos resultaran insuficientes para resolver el conflicto, la salud de la persona afectaría al incrementar o disminuir la temperatura corporal fuera de los límites del intervalo considerado normal. (Holmer; et al 2001)

### 1.3 BALANCE TERMICO.

Para realizar un estudio ergonómico del ambiente térmico, es imprescindible analizar el intercambio térmico que se efectúa entre la persona y el medio donde esta realiza sus actividades.

Para la evaluación del riesgo por enfriamiento general se propone el cálculo del índice IREQ (aislamiento requerido del atuendo). El IREQ es el aislamiento del vestido necesario para que se cumpla la ecuación del balance térmico, cuya expresión es la siguiente:

$$M - W = E_{res} + C_{res} + E + K + R + C + S$$

Donde M es la actividad metabólica del trabajo, W es la potencia mecánica (la mayoría de las veces cuantitativamente despreciable),  $C_{res}$  y  $E_{res}$  son los términos de calor sensible y latente respectivamente debido a la diferencia de temperatura y humedad del aire inspirado y exhalado, E es el calor cedido por evaporación del sudor, K es el calor intercambiado entre el cuerpo y superficies en contacto con él (también es despreciable su valor frente a los otros términos y se considera asumida su influencia en el balance a través de los términos C y R, que son los términos de intercambio de calor por convección y radiación respectivamente, mientras que S es el calor acumulado por el organismo, cuyo valor permite conocer tiempos máximo de permanencia en un ambiente determinado. El valor de cada uno de los términos mencionados (todos ellos se expresan como potencia por unidad de superficie corporal, w/m<sup>2</sup>).

El flujo de calor a través de la ropa de trabajo se lleva a cabo por conducción, convección y radiación (intercambio de calor seco) y por evaporación del sudor (intercambio de calor latente). El efecto del vestido en este último ya viene contabilizado, mientras que el calor seco fluye dependiendo de la resistencia térmica y del gradiente de temperatura entre la superficie de la piel y la superficie del vestido.

Como el flujo de calor seco a través de la superficie del vestido es equivalente al intercambio de calor entre la superficie del vestido y el ambiente, se justifican en las ecuaciones del cálculo del balance térmico.

El índice IREQ es el valor que hace cumplir la ecuación del balance térmico con pérdida neta de calor nula, de forma que representa la resistencia térmica del vestido necesaria para evitar el enfriamiento general del cuerpo.

El hecho de que se cumpla la ecuación del balance térmico no implica necesariamente que la situación sea confortable, antes bien admite numerosas soluciones en las que la temperatura interna del cuerpo se mantiene constante (no son previsibles efectos adversos por estrés térmico o estrés por frío) pero el ambiente sería considerado de inconfortable por el individuo expuesto.

Se dice que existe confort térmico cuando la sensación es neutra respecto al ambiente térmico. La situación de confort térmico implica que los valores de la temperatura de la piel y la evaporación del sudor estén acotados entre ciertos límites. Para la evaluación de la exposición al frío mediante el índice IREQ, se propone el cálculo de éste.

El primero de ellos representa el aislamiento térmico del vestido mínimo para evitar el enfriamiento general del cuerpo. El segundo corresponde al que proporcionará además confort térmico.

Para el cálculo de ambos índices se emplean valores diferentes de temperatura de la piel en función de la actividad metabólica y de la humedad.

#### 1.4 METABOLISMO.

El metabolismo, que transforma la energía química de los alimentos en mecánica y en calor, mide el gasto energético muscular, este gasto energético muscular se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: Kilocalorías (Kcal) Joule (J) y Watios (w) siendo la equivalencia entre las mismas es la siguiente:

$$1\text{Kcal}=4,184\text{Kj}$$

$$1\text{M}=0,239\text{ Kcal.}$$

$$1\text{Kcal/h}=1,1161\text{W}$$

$$1\text{W}=0,861\text{ Kcal/h}$$

$$1\text{ Kcal/h}=0,644\text{ W/m}^2$$

$$1\text{W/m}^2=1,553\text{ Kcal/hora (para una superficie corporal estándar de } 1.8\text{m}^2)$$

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, o en la medida de algún parámetro fisiológico.

Medición del gasto energético.

Los métodos para medir el consumo energético de una actividad física cualquiera puede ser de dos tipos: por calorimetría directa e indirecta.

## Calorimetría directa

La calorimetría directa mide el calor que genera el organismo realizando la actividad que se quiere medir dentro de un calorímetro, que es una cámara reparada para controlar las condiciones micro climático y medir mediante sensores, el calor que genera el individuo mientras realiza el trabajo en cuestión. Sin embargo no todas las actividades pueden ser realizadas dentro de un calorímetro ya que estos aparatos son muy costosos. (Robinson, 2000)

## Calorimetría indirecta.

Esta medición se basa en la utilización de diferentes parámetros que reflejan la generación energética, bien por causa directa de esta o por su consecuencia, así la medición del gasto energético durante una actividad puede efectuarse mediante:

- 1) La medición del gasto energético por el control de los alimentos. El control de los alimentos que consume el hombre durante un periodo de tiempo relativamente largo, conociendo el valor calórico de estos, permite conocer cuantas calorías se han almacenado en su cuerpo y cuantas se han invertido en sus actividades pero esto obliga a una cuantificación estricta en todas las actividades laborales y extra laborales que realiza el trabajador durante esos días, de los alimentos que consume y su peso.
- 2) La medición del gasto energético mediante el consumo de oxígeno. La medición se basa en el consumo de oxígeno ya que existe una relación casi lineal entre dicho consumo y el nivel del metabolismo, el consumo de 1 litro de oxígeno corresponde a 4,85 Kcal=20,2Kilojoules. A pesar de su gran precisión este método suele utilizarse poco ya que constituye una prueba de laboratorio.

Es más práctico partiendo de conocimientos de valor calórico del oxígeno con una alimentación de carbohidratos, grasas y proteínas debidamente balanceadas, se puede calcular energía consumida por el sujeto en la realización de la actividad. Existen otras mediciones del gasto energético por la frecuencia cardíaca, mediante la medición de tablas, consumo metabólico según el tipo de actividad.

En el metabolismo de el ciclo de trabajo, es necesario efectuar un estudio de tiempos y actividades, ello implica clasificar cada una de ellas y tener en cuenta factores tales como su duración, las distancias recorridas, las cargas manipuladas. En el metabolismo para un ciclo de trabajo viene dado por la medida ponderada de todas las actividades.

El método de la media ponderada es importante en el establecimiento de índices para el control del estrés térmico en ambientes laborales, sin embargo en ciertos casos como en los regímenes de trabajo-descanso, puede no ser un buen indicador de la carga de tensión térmica o fisiológica.

## 1.5 TIEMPO MAXIMO ADMISIBLE.

Un individuo trabajando en un ambiente frío cuya resistencia térmica del vestido sea menor que el  $IREQ_{min}$  está expuesto a riesgo de estrés por frío con posibles efectos adversos para su salud al cabo de un tiempo determinado. En este caso la pérdida neta de calor del cuerpo es  $S < 0$ , por lo que al cabo de un tiempo  $T$  la energía calorífica neta perdida ( $Q$ ) será  $Q = S \times T$ . Se admite un valor máximo de pérdida de energía calorífica neta,  $Q_{lim} = -40 \text{ wh/m}^2$ , para individuos físicamente sanos. Al principio de la exposición, y por un tiempo limitado (20-30 minutos), hay una pérdida neta de calor en los tejidos, mayoritariamente causada por enfriamiento de la piel y reducción de la circulación periférica, que corresponde a una pérdida de calor de aproximadamente  $40 \text{ Wh/m}^2$ . Se equilibra entonces la temperatura del cuerpo y el almacenamiento de calor es nulo.

Para calcular el tiempo máximo de permanencia o exposición a un ambiente frío (para evitar el riesgo de enfriamiento general) debe conocerse el valor de  $S$  a partir de las expresiones:

$$R + C = M - W - E_{res} - C_{res} - E - S$$

$$I_{clf} = (t_{sk} - t_{cl}) / (M - W - E_{res} - C_{res} - E - S)$$

Cuando  $S < 0$ . La resolución debe realizarse como en el cálculo del  $IREQ$ , por iteración.

Una vez conocido el valor  $S$ , se obtiene el tiempo máximo de permanencia en el ambiente frío a través de la expresión:

$$T_{max} = Q_{lim} / S$$

### Tiempo de recuperación

Desde el punto de vista preventivo es útil conocer el tiempo de recuperación necesario para que un individuo expuesto a ambientes fríos, en los que  $S < 0$ , recupere la energía calorífica que ha perdido. Es de suponer que el periodo de recuperación se llevará a cabo bajo condiciones diferentes a las de trabajo, es decir que las variables termo higrométricas, la actividad metabólica, y el aislamiento térmico del vestido, tendrán nuevos valores. Para que el organismo recupere energía calorífica, el término  $S'$  debe ser positivo, como en el caso del cálculo de  $T_{max}$ . Sustituyendo los valores de las variables correspondientes al trabajo por las de recuperación. A continuación se emplea la expresión:

$$T_{rec} = Q_{lim} / S''$$

Donde  $Q_{lim} = 40 \text{ wh/m}^2$

Los cálculos del tiempo máximo de exposición y de recuperación se pueden estimar tanto para prevenir el riesgo de enfriamiento general del cuerpo como para evitar el inconfort. En el primer caso se empleará un valor de  $t_{sk} = 30^{\circ}\text{C}$  y  $w = 0,06$  y en el segundo,  $t_{sk} = 35,7 - 0,0285 M$  y  $w = 0,001 M$ .

El cálculo exacto del IREQ, tiempo máximo admisible y tiempo de recuperación precisa la utilización de un programa informático o calculadora programable. En donde se dan los valores del IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad; así mismo se da una selección de los valores calculados de  $T_{max}$  para distintos valores del aislamiento del vestido, de la temperatura del aire y del nivel de actividad. (ISO/TR 11079:1993)

## 1.6 DEFINICION DE LOS PARAMETROS UTILES PARA EL ESTRÉS POR FRIO.

Humedad absoluta (HA) es la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen determinado de aire, se acostumbra a medir en  $\text{Kg}/\text{m}^3$ , mientras que la humedad relativa (HR) es la relación porcentual entre la presión de vapor de agua existente con respecto a la máxima posible para la temperatura del aire existente.

Velocidad del aire. La velocidad relativa depende de la velocidad del aire y de la velocidad del cuerpo o de una parte del cuerpo respecto al aire teóricamente inmóvil. Si la temperatura del aire esta por debajo de la temperatura de la piel, la velocidad del aire provocara la perdida de calor, en cambio, si la temperatura del aire esta por encima de la temperatura de la piel, el cuerpo tomara calor del aire.

La velocidad del aire absoluta, se considera como la intensidad media de velocidad integrada sobre todas las direcciones, este parámetro se define por su intensidad y dirección, por lo tanto la forma de medirlo es mediante sondas, que puedan ser omnidireccionales o direccionales.

## 1.7 EQUIPOS NECESARIOS Y LAS MEDICIONES DE LOS PARAMETROS FISICOS.

Los instrumentos de medida de las temperaturas se miden con termómetros que pueden ser de diferentes tipos líquidos, resistencia, termoeléctricos y termistores.

Las mediciones de temperaturas fisiológicas (equipos y metodología de medición), para las mediciones de las temperaturas fisiológicas se utilizan distintos tipos de instrumentos, termómetros de mercurio, sensores, termografías, y radiometría infrarrojos, medidores de flujo de calor y termómetros infrarrojos, que se sitúan en sitio específicos en los que se puede cuantificar la temperatura (rectal, axilar, oral, esofágica, timpánica) durante trabajos de rutina e incluso en investigaciones se utiliza ampliamente la temperatura oral que se mide con los termómetros de mercurio, termistores o termopares, que se sitúan debajo de la lengua, muy cerca de la arteria lingual, minutos antes de la

medición el individuo no ingerirá alimentos o bebidas y durante la medición de la misma no podrá respirar por la boca o hablar. (Holmer; 2001)

Las mediciones de la temperatura del aire, temperaturas de bulbo húmedo y de la humedad relativa y técnicas de muestreo, se miden de la forma siguiente, para la medición de la temperatura de aire y del bulbo se utiliza el psicrómetro o psicómetro de aspas o de aspiración, que esta constituidos por termómetros psicométricos iguales, uno mide la temperatura seca y otro la humedad, llamado bulbo húmedo, porque su bulbo esta cubierto por tela o muselina de algodón, a modo de funda durante las mediciones debe de permanecer empapada de agua destilada.

Para garantizar este mojada continuamente la tela, puede estar introducida en un recipiente con agua destilada, la cual ira ascendiendo por capilaridad a medida que se vaya secando según la humedad del aire.

Es recomendable utilizar agua destilada para humedecer la tela ya que la presión del vapor de agua de soluciones salinas es mas baja que la del agua pura, cuando la temperatura húmeda sea muy inferior a la temperatura seca debe de utilizarse el agua a una temperatura aproximada o igual a la temperatura húmeda.

Para la medición del la velocidad del aire, se utilizan instrumentos tales como anemómetros de aspas, el termo anemómetro y el catatermómetro.

Factores que contribuyen al estrés térmico.

Las condiciones de sobrecarga térmica, sucede de las reacciones que resultan muy variadas y se producen algunas respuestas completamente diferentes, esto puede ser simplemente, consecuencia de las diferencias fisiológicas entre sujetos (constitución corporal, aclimatación, vestido). Pero también pueden intervenir otros factores personales más sutiles, como el estado físico de las personas que pueden variar en unas horas por múltiples causas.

a) Constitución corporal.

Las personas altas, obesas o mayor contextura física sufren más calor que las personas de menor contextura física y a su vez ellos sufren más frio que los de mayor contextura física. Lo cual las personas de menor contextura física deben de alimentarse más seguido con respecto a las personas más grandes físicamente para generar calor, es decir mantener alta su producción de calor metabólico y en casos fatídicos para evitar la muerte por frio.

Esto se explica porque la producción de calor de un cuerpo es proporcional a su volumen ( $W/m^3$ ) mientras que la disipación es proporcional a su superficie ( $W/m^2$ ) por lo que a medida que aumenta el tamaño corporal la relación superficie volumen se hace cada vez menor, dado que la superficie crece con el cuadrado de sus medidas y el volumen crece al cubo.

Un trabajador corpulento esta en ventaja cuando sin que se le exijan grandes esfuerzos temporales se ve expuesto a grandes cambios de temperatura y para temperaturas extremas actúa solo por tiempos relativamente cortos por el efecto amortiguador del cuerpo que es mayor cuando menor es la relación de superficie/volumen.

b) El vestido.

Otro factor importante es el vestido que modifica la interrelación entre el organismo y el medio al formar una frontera de transición entre ambos que amortiguan o incrementa según el caso los efectos del ambiente térmico sobre la persona, en el caso del frío limita el contacto de la piel con el aire frío, formando un colchón de aire caliente (calentado por el cuerpo) entre el aire frío y la piel y limita la velocidad del aire sobre la piel.

c) Aclimatación.

La aclimatación tiene la finalidad de hacer más soportable la carga climática dada y que también sea percibida subjetivamente menor, la aplicación al frío por las características prácticas de la protección frente a él, reviste otras especificaciones, se puede estar expuesto al frío excesivo solo en casos muy determinados, tanto al aire libre como en industrias cuyos procesos requieren de temperaturas muy bajas, en ambos casos salvo en excepciones el hombre se protege con ropas especiales, no obstante ante esto existen situaciones límite como los hombres que practican el deporte de la inmersión, bajo las capas de hielo de los ríos, o buzos tanto con escafandras como con trajes ligeros, requieren un entrenamiento para lograr la aclimatación con la cual el organismo efectúa determinados cambios para su adaptación

1.7.1 Estrés por frío.

Las exposiciones fatales al frío en los trabajadores se producen casi siempre por exposiciones accidentales, en las que no se puede evadir las bajas temperaturas ambientales, o en los casos de inmersión en agua a muy baja temperatura.

Conviene analizar por separado los efectos producidos en las siguientes situaciones. Enfriamiento general del cuerpo, enfriamiento de la piel por convección de aire, enfriamiento de las extremidades, enfriamiento de la piel por conducción de calor debido al contacto directo con superficies frías, enfriamiento a través del sistema respiratorio. La situación más crítica se produce en enfriamientos generalizados del cuerpo, en las que existe un elevado riesgo de sufrir estados graves de hipotermia.

Las tensiones debidas a la exposición a ambientes fríos dependen de la capacidad del sujeto expuesto a mantener eficientemente el equilibrio térmico para evitar pérdida peligrosa de calor.

La primera defensa es la actuación sobre el comportamiento del individuo, el control del vestido, del ejercicio, del refugio y del calor externo son vías sencillas, pero eficientes para el control de las situaciones de estrés por frío.

La hipotermia se ha definido como el descenso de la temperatura interna normal del cuerpo, en donde el cuerpo genera mucho más calor del que recibe del ambiente y no llega a ser el necesario para mantener el mecanismo de autorregulación térmica (homeostasis térmica) pero sí el necesario para que la persona pierda calor corporal. (Guyton, 2006)

También es definida como la disminución no intencionada de la temperatura corporal central por debajo de 35 grados centígrados, clasificándose como leve, moderada o grave. La leve mayor a 32.2 grados centígrados manifestándose con respuesta defensiva de escalofríos. Moderada de 26.7 a 32.2 grados centígrados manifestándose con estado semiconsciente del paciente, se interrumpen los escalofríos. Grave menor a 26.7 grados centígrados, manifestándose con estado comatoso, disnea y fibrilación ventricular.

#### 1.8 RIESGOS LABORALES A LA SALUD, PRODUCIDOS POR ESTRÉS AL FRÍO.

Al realizar un análisis de las causas que pueden llevar a una exposición tenemos que actividades dedicadas al alpinismo o montaña ocupa el 52%, la práctica del esquí en sus diferentes modalidades ocupa un 42%, un 4% aparece en actividades deportivas como parapente, finalmente un 2% ha sido en trabajadores que desempeñan su labor en la industria del frío. (Ruiz, 2004)

Las ocupaciones con riesgo de exposición incluyen: bomberos, buzos, empacadores, fabricantes de hielo, trabajadores de bodegas frigoríficas, trabajadores de cuartos de enfriamiento, trabajadores de gas licuado, trabajadores de hielo seco, trabajadores de petroleras en zonas muy hostiles debido al frío, trabajadores a la intemperie en clima frío, trabajadores de refrigeración.

Las exposiciones al frío intenso de las personas suelen ser el resultado de situaciones aleatorias o accidentales, las cuales no se pueden evitar. Son considerados ambientes fríos a aquellos donde el balance térmico determinando sobre la base de los intercambios de calor por convección y radiación es negativa.

##### 1.8.1 Mecanismos fisiológicos de termorregulación de cuerpo humano.

Nuestro organismo tiene varios medios para contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas donde los podemos dividir en:

- a) Reacciones térmicas. Las variaciones de la temperatura de la superficie de la piel, es una de las reacciones, en las que se juega un importante papel la temperatura del medio ambiente, la velocidad de desplazamiento del aire.

- b) Reacciones del sistema circulatorio. La exposición a las bajas temperaturas produce una disminución de la frecuencia cardiaca Leblanc en 1975 determino, que la exposición a las bajas temperaturas, de la cara lleva a una disminución del ritmo cardiaco, con un aumento de las presiones sistólicas, las que pueden llegar de 20 a 40 Tor; Siendo las variaciones de la frecuencia cardiaca proporcionales a las variaciones de la temperatura de la superficie de la cara.

## 2. REACCIONES METABOLICAS.

En caso de que la protección que posea la persona contra el frio sea insuficiente, el consumo de energía aumenta, como el consumo de energía en este caso se produce por un aumento del consumo metabólico del musculo esquelético, manifestado en primer lugar por un aumento del vigor y luego surgen los escalofríos. Estos mecanismos para recuperar el calor perdido y mantener en equilibrio del balance térmico mas importantes son: Vaso constricción sanguínea, desactivación de la transpiración, disminución de la circulación sanguínea periférica, temblores, producto del aumento del tono muscular, sin embargo los escalofríos incrementan también la velocidad de perdida de calor, esta reacción es impulsada por el hipotálamo, autofagia de los tejidos grasos almacenados, transformación de los lípidos, glúcidos de transformación directa, encogimiento de la superficie de la piel de contacto con el medio ambiente. (Barranco, 1999)

### 2.1 ACTIVACION PROGRESIVA DE MECANISMOS POR SOBRECARGA AL FRIO.

Los mecanismos de autorregulación para contrarrestar los efectos del frio son:

El centro termorregulador ordena disminuir el flujo sanguíneo a la piel, que pueden llegar hasta casi cero produciendo el enfriamiento de la piel y evitar así en lo posible la mayor cantidad de perdidas de calor y propicia la conservación del calor interno.

Si a pesar de ello el cuerpo continua perdiendo calor, se inician los temblores que es considerado un ejercicio físico involuntario para generar calor mediante el incremento de la actividad metabólica, por tal motivo se incrementa la adrenalina y noradrenalina que permite la oxidación de los alimentos sobrantes sin sintetizar ATP (adenosina trifosfato) y producir así calor y la secreción de tiroxina.

Si el cuerpo a pesar de esto continua perdiendo calor y su temperatura llega a ser inferior a los 34.5 grados centígrados, el hipotálamo pierde parte de su capacidad de control de la temperatura corporal, si alcanza valores inferiores a los 29.5 grados centígrados lo pierde totalmente con lo que cesan los mecanismos de adaptación, las células van disminuyendo su producción de calor y cesan los útiles temblores, no obstante el organismo aun intenta salvar la situación cuando su temperatura desciende hasta casi la congelación enviando sangre caliente hacia la piel, este fenómeno se llama pilo erección que no es muy efectivo en seres humanos como lo es en animales.

## 2.2 EVALUACION DEL ESTRÉS TERMICO POR FRIO. ( Parámetros necesarios para la evaluación)

Para esta medición se requiere de evaluar el tipo de estrés por frio que incluye enfriamiento de todo el cuerpo y enfriamiento de las extremidades y sus mediciones de temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire, humedad relativa, nivel de actividad física, ropa.

Para el enfriamiento de la piel por convección se requiere de las mediciones de temperatura del aire, velocidad del aire.

Para el enfriamiento de la piel por conducción. Se requiere de las mediciones de temperatura de las superficies y ropa.

Del enfriamiento respiratorio se requiere de las mediciones de temperatura del aire, nivel de actividad física.

## 2.3 INDICE DE AISLAMIENTO DEL VESTIDO REQUERIDO.

A través del vestido se puede a menudo controlar y regular el calor corporal perdido para equilibrar un cambio en el clima ambiente, el método analítico que se presenta en la norma ISO11079 esta basado en la evaluación del aislamiento requerido para mantener en equilibrio el balance térmico del cuerpo la ecuación de balance de calor entre la persona y el ambiente se resuelve el aislamiento del vestido requerido (IREQ) necesario para mantener el balance de calor en equilibrio bajo un criterio específico de esfuerzo fisiológico, y después se calcula la duración limite de exposición (DEL) para un aislamiento del vestido disponible en base a niveles aceptables de enfriamiento corporal.

El IREQ se define en dos niveles de esfuerzo fisiológico. El IREQ (min) caracterizado por la vasoconstricción periférica y la no regulación del sudor, define el aislamiento requerido para mantener el equilibrio térmico en un nivel subnormal de temperatura corporal media. El mínimo IREQ representa el enfriamiento más alto admisible en el trabajo.

El IREQ (neutral), se define como el aislamiento requerido para proveer condiciones de neutralidad térmica, en otras palabras es aquel que proporciona el confort térmico.

Para el cálculo del aislamiento del vestido requerido, se realiza sobre la persona media, la interpretación para determinar el aislamiento del vestido requerido solo puede servirnos de guía para casos individuales, la variación en términos de capacidad fisiológica, comportamiento frente al vestido y necesidades subjetivas y preferencias es grande. La selección individual del vestido es acorde con el ambiente, preferentemente se realiza de acuerdo con sus preferencia y experiencias.

La temperatura de la superficie del vestido. Es determinante para poder calcular los parámetros del flujo de calor por radiación, flujo de calor por convección y flujo de calor por radiación.

El flujo de calor a través de la ropa de trabajo se lleva a cabo por conducción, convección y radiación (intercambio de calor seco) y por evaporación del sudor, intercambio de calor latente.

Enfriamiento localizado de algunas partes del cuerpo especialmente manos, pies y cabeza, puede producir inconfort, disminución de la destreza manual y daños por frio.

La evaluación de los riesgos debidos al enfriamiento localizado se puede llevar a cabo a través del índice experimental WCI (Wind Chill Index) (potencia calorífica perdida), especialmente indicado para exposiciones al frío en exteriores basado en el poder de enfriamiento del viento.

Un individuo trabajando en un ambiente frío cuya resistencia térmica real del vestido sea menor que el IREQ, está expuesto a riesgos de estrés por frío con posibles efectos adversos para su salud al cabo de un tiempo determinado.

Enfriamiento por conducción. La manipulación de productos con las manos desprotegidas, especialmente cuando se trata de bienes metálicos o de líquidos, puede ocasionar un intercambio de calor local elevado. Aparentemente los modelos utilizados para predecir el enfriamiento de la piel, debido al contacto son incompletos e inconsistentes, para la evaluación del contacto con superficies metálicas. Tras realizar una serie de estudios sobre el contacto de los dedos con diferentes superficies, la temperatura de los dedos solo desciende hasta unos pocos grados por encima de la temperatura de algunos materiales fríos, se recomienda que la temperatura de los dedos se mantenga siempre unos grados por encima de 0 grados centígrados, para prevenir la aparición del dolor y mantener una función correcta de manos y dedos. (Holmer; et al 2001)

Enfriamiento del aparato respiratorio. La inhalación del aire seco y frío provoca un enfriamiento local de la mucosa nasal y de la parte superior del aparato respiratorio. Con la respiración nasal una cierta cantidad de humedad y calor se recupera a través de la membrana mucosa. Al respirar por la boca especialmente cuando la velocidad de respiración es alta, el enfriamiento puede extenderse a zonas más profundas de las vías respiratorias provocando inflamación epitelial, irritación y bronco espasmo. El bronco espasmo es una respuesta por irritación al frío particularmente pronunciada en personas que padecen asma y en personas con disfunciones cardiovasculares. No hay un modelo simple para el estudio del enfriamiento de las vías respiratorias, la mayoría de la información que puede encontrarse al respecto proviene de estudios experimentales.

### 3. TRABAJO EN CAMARAS FRIGORIFICAS.

Los alimentos congelados deben ser almacenados y conservados a temperaturas abatidas a menos 20 grados centígrados, este tipo de trabajo se realiza en cualquier parte del mundo, es un tipo de exposición artificial al frío que se caracteriza por un clima constante y controlado los trabajadores se pueden ver a una exposición continua o de manera intermitente turnándose entre los ambientes fríos y cálidos fuera de la cámara.

La manipulación manual de cargas requiere la utilización de prendas de vestir en las manos, como los guantes protectores, la instalación de calefactores locales en los puestos de trabajo facilita el equilibrio térmico. Gran parte del trabajo en las cámaras de congelación se realiza con equipo móvil que la mayoría de estos son descubiertos, y la conducción crea una velocidad relativa del aire que en combinación con las bajas temperaturas aumenta el

enfriamiento corporal, generalmente el conductor se queda congelado empezando por los pies y manos, razón por la cual la exposición tiene que ser limitada, dependiendo de la disponibilidad de las prendas protectoras los regímenes de trabajo deben de organizarse en ambientes cálidos, o disponer en el equipo móvil de cabinas protectoras con calefacción. Las exposiciones breves de 1 a 5 minutos a estos ambientes extremos dificultan el uso de ropas que puede ser excesiva para el periodo de trabajo. La velocidad del aire en los locales cerrados en ocasiones suele aumentar o es demasiado alta lo que crea corrientes de aire que son molestas para el trabajador. El uso de las prendas protectoras debe estar basado en el cálculo del IREQ además de que la ropa lo debe de aislar de las corrientes de aire, humedad, y del agua, una vestimenta adecuada debe consistir de una ropa interior por capas, una capa intermedia aislante, y una capa exterior. Las prendas para la cabeza serán necesarias para cubrir y proteger así como medida higiénica de los alimentos, los zapatos deben ser tipo suecos o zapatos ligeros, con malas propiedades aislantes. Otro problema al que se enfrentan es la disminución de la destreza manual por exposición sin embargo el uso de guantes disminuye aun mas la destreza para la manipulación de cargas, lo que hace mas difícil su utilización pero necesarios para la protección otra medida que se puede implementar seria la aplicación de radiadores infrarrojos, o guantes calentados eléctricamente que sin embargo para las empresas resultaría aumento de costos.

Recomendaciones de TLV,,s de la ACGIH. Según los criterios de los TLV,,s (Threshold Limits Valúes) señalan que para conservar la destreza manual y evitar accidentes se precisa una protección especial de las manos, cuando haya que desarrollar trabajos con altas exigencias en posición con las manos al descubierto a lo largo de mas de 10 a 20 minutos en un ambiente inferior a 16 grados °C. Se deberán tomar medidas especiales para que los trabajadores puedan mantener las manos calientes, pudiendo utilizarse para este fin chorros de aire caliente, aparatos de calefacción de calor radiante como radiadores eléctricos o placas de contacto caliente, a temperaturas inferiores a menos 1 °C, los mangos metálicos de las herramientas y las barras de control se cubrirán de material aislante térmico.

Cuando la temperatura del aire cae por debajo de los 16 grados centígrados, para trabajos sedentarios menos de 4 grados centígrados y para trabajos ligeros y moderados de menos 7 grados centígrados sin que se requiera destreza manual los trabajadores usaran guantes. (OSHA3158: 1997)

Para impedir la congelación por contacto los trabajadores deben de llevar puesto guantes anti contacto.

Medidas correctoras y sistemas de control. El control del frio se efectúa a través de medidas técnicas, organizativas, y de protección personal. Dentro de las medidas técnicas o relativas a los factores ambientales, tenemos a los difusores de aire interior, uso de pantallas anti viento en el exterior de los centros de trabajo para aplacar las corrientes de aire frio, controlar en mantener la humedad baja y el ruido del sistema de calefacción, aclimataciones mediante las instalaciones térmicas, diseño adecuado de los puestos de trabajo, espacios, muebles, maquinas, dispositivos informativos, teniendo en cuenta la

posible disminución de la percepción y de la somnolencia provocada por las bajas temperaturas. Pre calentar los equipos y herramientas en lo posible, mantener bajo control permanente las condiciones del microclima mediante algún indicador fiable que las personas afectadas deben conocer perfectamente y cuyos resultados deben quedar registrados, proveer de espacios calientes o de refugios de protección.

Medidas organizativas. Establecer procedimientos de trabajo encaminadas a recuperar las pérdidas de la energía calorífica, ingestión de líquidos y comidas calientes de forma paulatina, control de trabajo de los operarios, reconocimientos médicos al inicio y periódicos, medición periódica de la temperatura y velocidad del aire, rotación hacia trabajos en ambientes menos agresivos por exposición a temperaturas frías. Ritmos de trabajo adecuados y siempre moderados.

### 3.1 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL Y AMBIENTES TERMICOS.

El control de ambientes fríos, puede efectuarse actuando bien sobre el estrés térmico o bien sobre las funciones fisiológicas, el control sobre el estrés térmico considera los principales parámetros que es la velocidad del aire, movimiento del aire, la ropa de trabajo.

La velocidad del aire: En los espacios cerrados el organismo humano resulta extremadamente sensible a toda clase de movimientos de aire y el equilibrio de bienestar queda interrumpido de forma violenta cuando el aire en movimiento tiene una temperatura inferior a la ambiente e interrumpe contra el cuerpo procedente de una determinada dirección.

En un local demasiado frío puede alcanzarse rápidamente, mediante la ropa de abrigo, mayor bienestar, al igual que un local demasiado caluroso, mediante ropa más ligera, el cuerpo humano siente frío, como consecuencia de la de la temperatura y velocidad del aire, el enfriamiento de las zonas expuestas, aumenta rápidamente con la velocidad del aire.

La ropa de trabajo, mediante el aislamiento térmico asegurado por la ropa de trabajo, depende de la capa del aire muerto que permanece en contacto con la piel, entre el cuerpo y la ropa, el aislamiento de indumentaria necesaria es de  $0.66\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{Ch/cm} / \text{Kcal}$  o sea de 4.26Clo; de una capa de aire de un espesor de  $0.42\text{m}^2\text{ }^\circ\text{Ch/Kcal}$  que cualquier prenda que retenga una capa de 1.6cm permitirá asegurar un buen equilibrio térmico. Las características generales que debe de cumplir la ropa de trabajo serían. Aislar el frío, proteger contra el viento y la lluvia, eliminar parcialmente la transpiración. Las prendas elaboradas con telas de trama abierta no solo permiten la penetración del agua, sino también que el viento elimine el calor del cuerpo.

La ropa de trabajo que tiene plumón es adecuada para aislar térmicamente y detiene con facilidad el viento, no obstante su efectividad disminuye considerablemente cuando esta mojado, algunos tipos de prendas especiales a base de plásticos o nylon, de trama apretada son buenos para proteger del viento y de la lluvia, pero en ocasiones no protegen del frío, lo que hace

necesario el uso de otras prendas, con lo que aumenta el volumen y se puede restar movilidad a las tareas. En el supuesto de tener que utilizar estas prendas debajo de la prenda impermeable, es mejor emplear varias capas de ropa ligera que una sola gruesa, ya que mejorar su eficacia aislante contra la pérdida de calor.

La ventaja de empleo de una sola prenda gruesa que asegure un buen aislamiento térmico, es la facilidad con la que se puede realizar el cambio, en los casos que sea necesario (Entrar y salir de cámaras frigoríficas).

El control sobre las funciones fisiológicas, se basa en la consideración de las características de las personas expuestas y de su grado de aclimatación y adaptación al frío. Los cambios de calor se hacen proporcionalmente a la superficie y en particular la de los brazos y piernas, por lo que la relación superficie/peso es un factor importante, así una persona alta y delgada tendrá que introducir más calor que otra de baja talla y obesa, para mantener la homotermia. La grasa subcutánea es otro factor importante ya que la conductibilidad térmica de esta capa es más pequeña que la de los músculos, la pérdida de calor de la piel al ambiente es menor cuando la capa de grasa subcutánea es mayor.

La aclimatación o adaptación consistirá en una aceptación por el organismo de una temperatura corporal más baja, con una reducción de escalofríos, observándose que el aumento de la presión arterial sea menor después de la adaptación que antes.

Si las personas están protegidas con ropa adecuada solo estarán sometidas al efecto de una temperatura inferior en las partes descubiertas, aceptándose en general mejor el frío localizado.

### 3.2 SINTOMAS EN EL HOMBRE.

El primer síntoma que aparece a modo de advertencia para quien se expone ante el estrés del frío, es la sensación de dolor en las extremidades, pero el problema más grave, es el descenso de la temperatura corporal interna, considerada como límite aceptable de descenso de la temperatura interna de 36 grados centígrados, dado que a partir de este punto comienzan a aparecer efectos en forma gradual que va desde una reducción de la actividad mental como la disminución de capacidad de toma de decisiones, hasta la pérdida del conocimiento con el riesgo de muerte que ello representa.

Cuando existe esta exposición a aire frío o inmersión en agua fría surge una serie de reacciones en cadena que comienzan con la pérdida de calor, dado que el producido por el cuerpo es inferior, cuando la pérdida llega a 36 grados centígrados se produce un incremento del metabolismo interno ante la necesidad de recuperar el calor perdido, buscando un equilibrio térmico.

Así que aparecen los temblores de máxima intensidad cuando la temperatura corporal interna se aproxima a los 35 grados centígrados. Fuerte hipotermia por debajo de los 33 grados centígrados, y con una temperatura menor a esta se

comienza a producir una pérdida progresiva de la conciencia. Cuando llega a ser inferior de 28 grados centígrados parece el riesgo de muerte por paro cardíaco, siendo 24 grados centígrados el límite de supervivencia.

Otros síntomas o consecuencias de la hipotermia son: malestar general del cuerpo, disminución de la destreza manual, anquilosamiento de las articulaciones, reducción de la capacidad del tacto, comportamiento extraño como consecuencia de la disminución del riego sanguíneo cerebral, congelamiento de las extremidades. (Falagan, 2009)

En ambientes cerrados con bajas temperaturas el organismo se torna sensible, la sensación de frío esta dada por la temperatura del aire, la velocidad de desplazamiento del mismo y en una medida menor la humedad relativa ambiente, la posibilidad de no poder influir o modificar estos factores, obliga a utilizar ropa de abrigo, sin embargo acarrea incomodidad en los movimientos al realizar las tareas de trabajo.

Los daños a la salud que puede generar el frío son:

- Enfriamiento
- Congelamiento
- Quemaduras por frío
- Disminución de la capacidad de concentración y reacción

Cuando existen actividades a realizar de tipo técnico informativo, o informativo mental, las bajas temperaturas llevan a una disminución de la capacidad de concentración de los individuos como también de la pérdida de reacción, tendencia a aumentar errores, disminución en la destreza de los dedos, disminuyendo la velocidad de trabajo, sin embargo los equipos de protección personal pueden contrarrestar los efectos del frío pero bajo ciertas circunstancias, resultan molestos e incómodos. (Falagan, 2009)

### 3.3 CONSECUENCIAS POR HIPOTERMIA.

Eritema pernio (sabañón). El eritema pernio, también llamado sabañón agudo, consiste en lesiones cutáneas, eritematosas y pruriginosas, causada por inflamación como resultado del frío o de la humedad, con la exposición prolongada el sabañón progresa a una situación crónica o dedos azules de los pies, caracterizado por lesiones eritematosas, edematosas y ulceradas en las partes distales de los dedos de los pies, puede ocurrir cicatrización, fibrosis y atrofia.

Pie de inmersión. Conocido también como pie de trinchera o pie de inmersión se produce por exposición prolongada y continua del frío sin congelación junto con humedad persistente o inmersión en el agua, esta afección se debe a anoxia local tisular permanente y a frío moderado o intenso que cause lesiones en las paredes de los capilares, hay edema, hormigueo, picazón y dolor intenso, pero son 3 las etapas clínicas isquémica, hiperémica, y de recuperación pos hiperémica, al principio los pies se encuentran fríos entumecidos e hinchados, de color blanco o cera cianóticos, dos a tres días de

haberse retirado del frío ocurre hiperemia junto con dolor intenso, inflamación, eritema, calor, ampollas, hemorragias, linfangitis, equimosis y en ciertos casos celulitis, gangrena o tromboflebitis. Luego de 10 a 30 días, a veces ocurren parestesias intensas que se acompañan de sensibilidad al frío e hiperhidrosis que llega a persistir por años.

Congelación. En la congelación, el helamiento de los tejidos superficiales (piel y tejido subcutáneo) suele ocasionar síntomas de entumecimiento, dolores punzantes y prurito, la piel se ve de color gris a blanquecina y se siente dura. En los casos graves hay parestesias y rigidez, así como lesión de los tejidos más profundos, hueso muscular y nervios. La congelación profunda puede ir seguida de ulceración, necrosis o gangrena. (Barranco, 1999)

Las anomalías vasculares pueden ser precipitadas o agravadas por la exposición al frío como la enfermedad de Raynaud, acrocianosis y tromboangitis obliterante, algunas personas presentan reacciones de hipersensibilidad cuando se exponen al frío.

### 3.3.1 Formas anatomoclínicas de la hipotermia o estrés por frío.

De acuerdo a la intensidad de exposición, se detallan las características de los diferentes grados clínicos.

Grado Uno. La palidez cética y el eritema tras la descongelación son los aspectos más destacables y específicos, producidos por la vasoconstricción periférica o isquemia transitoria, seguida de una vasodilatación por recalentamiento de la región helada, puede aparecer hipoestesia, edema y cianosis moderada.

Grado dos. Caracterizado por mayor edema, flictenas serosas, la extravasación del plasma por lesión endotelial, liberación de sustancias vasoactivas, estasis, responsables de la cianosis.

Grado tres. Flictenas son de pared gruesa de contenido hemorrágico, la cianosis perdura y es más intensa, se evidencia necrosis, aparecen escaras negras. (Barranco, 1999)

### 3.3.2 Clasificación diagnóstico evolutiva.

Se estudia la superficialidad o la profundidad de las lesiones considerando tres grados de intensidad.

Grado uno. Es la congelación del espesor total de la piel, apareciendo eritema, edema importante, vesículas con líquido claro y ampollas que descaman y forman una escara negra, existe pérdida de sensibilidad y alteraciones vasomotoras, pueden existir secuelas aunque los más frecuentes es la curación en 10 a 15 días.

Grado dos. Estas congelaciones (profundas) se caracteriza por afectar todo el espesor de la piel y tejido subcutáneo, aparecen ampollas violáceas

hemorrágicas con necrosis cutánea progresiva de coloración azul grisácea, como sintomatología destacamos una ausencia de sensibilidad, más tarde aparecen dolores lancinantes, ardor, dolor pulsátil, se produce necrosis su curación al cabo de 21 días pero las secuelas son frecuentes.

Grado tres. Es la congelación más grave, afectando la piel en todo su espesor, tejido subcutáneo y músculo, tendones y hueso. Existe poco edema al principio de aspecto moteado o rojo intenso. Por último sequedad ennegrecimiento, momificación, La curación es muy larga y con secuelas inevitables. (Barranco, 1999)

### 3.3.3 Fisiopatología.

Se caracteriza por lesiones de los micro vasos de la zona afectada por el frío, los cuales son el origen de las lesiones posteriores que van a sufrir los afectados. El hallazgo inicial que se puede encontrar es la presencia de alteraciones morfológicas a nivel del componente de la pared vascular, la lesión por frío afecta en un principio a las células endoteliales que componen la pared vascular, encontrando como lesión, la separación celular a nivel de la lámina elástica interna, esta separación se presenta inmediatamente después de la agresión por frío a nivel de la piel afectada, además el flujo sanguíneo no parece ser el desencadenante de la lesión original, aunque si va a ser el responsable de alteraciones posteriores.

Las arteriolas son los vasos que primero se afectan, para luego ser las vénulas y capilares, asociado posiblemente al incremento de la permeabilidad y el aumento de la adherencia de los neutrófilos, y conforme el tejido se va afectando se funden los cristales de agua plasmáticos y extracelulares, esta reacción endotérmica que continúa hasta que se han fundido todos los cristales, los capilares revestidos de endotelio previamente dañados y ahora dilatados pierden líquido y proteínas hacia el espacio intersticial, al continuar la reperfusión empeora la formación de edema en los tejidos. Sobreviene tumefacción intracelular conforme las células previamente deshidratadas que aun son viables recuperan el agua perdida durante el enfriamiento, la generación de radicales libres de oxígeno libre da por resultado lesión endotelial sostenida se agregan eritrocitos, plaquetas, leucocitos y sobreviene trombosis en manchas donde se produce insuficiencia micro circulatoria.

### 3.3.4 Tratamiento pre hospitalario o primeros auxilios.

La asistencia primaria que debe recibir un trabajador con hipotermia es evitar que siga perdiendo calor, se retira de la fuente física, retirándole prendas mojadas, húmedas, proporcionándole el mayor aislamiento posible, es fundamental mantener a la víctima en posición en decúbito supino y con la cabeza cubierta, si esta consiente y tolera la vía oral se le proporcionan bebidas calientes, evitando estimulantes como café o bebidas con alcohol.

En la hipotermia por agotamiento puede ocurrirle a cualquier trabajador expuesto al frío, así como esquiadores, escaladores y montañeros en donde la actividad muscular mantiene la temperatura corporal siempre que se disponga

de fuentes de energía, las reservas calóricas se han consumido, el equilibrio electrolítico esta alterado, y existe deshidratación, este paciente no debe de ser recalentado rápidamente sobre el terreno o durante su traslado al hospital debido al riesgo de sufrir un choque hipovolemico.

Tratamiento hospitalario.

El objetivo del tratamiento es prevenir las secuelas, evitar la amputación y obtener la curación lo más rápido posible, para ello se emplean medidas generales y otras mas especificas dependiendo de la gravedad de la congelación.

En el eritema pernio se centra en mejorar la circulación, calentamiento gradual mediante la exposición al aire y protección de traumatismos en los sitios de presión. Se utiliza clorhidrato de pranzina 1mg al acostarse se darán antibióticos en caso de que haya infección.

El recalentamiento rápido de las partes congeladas del cuerpo se logra en un baño de agua corriente de 40 a 42 grados centígrados, dejándolo ahí hasta que haya completado el descongelamiento a menudo 30 minutos. No se recomienda el calor seco, y deberá de suspenderse el calor externo una vez que se haya recuperado la temperatura corporal normal. No deben de ejercitarse las partes congeladas, ni friccionarlas, no apósitos o vendajes, la terapia de remolino debe ser de 37 a 42 grados centígrados dos veces al día por 15 a 30 minutos, por tres semanas. Antibióticos, antiagregantes, anticoagulantes y analgésicos en caso necesario.

La terapia física se iniciara conforme progresa la curación, se indicara al paciente que deberá exponerse al frio por varios meses ya que es más susceptible a la congelación.

### 3.3.5 Lesiones por frio con congelación.

Se trata de lesiones localizadas que se producen cuando la pérdida de calor es suficiente para ocasionar una verdadera congelación de los tejidos, además del ataque criogénico directo a las células, el daño vascular causado por la menor perfusión y la hipoxia tisular son mecanismos patogénicos que contribuyen a la lesión. Existen dos tipos de congelación la superficial y profunda, ya descritos anteriormente. El tratamiento debe de recibir cuidados inmediatos para evitar que una lesión superficial se convierta en una lesión profunda, la zona o área congelada debe de descongelarse por transmisión pasiva de calor de una parte más caliente del cuerpo. Las señales de dolor en un pie congelado desaparecen antes de que se produzca la congelación, ya que la conductividad del nervio se suprime a una temperatura de unos más 8 grados centígrados. En condiciones extremas, cuando la evacuación exige viajar a pie, la descongelación debe de evitarse. Caminar con un pie congelado no parece aumentar el riesgo de destrucción tisular, mientras que la re congelación de un tejido congelado lo aumenta al máximo. (Barranco, 1999)

### 3.3.6 Lesiones por frío sin congelación.

La fisiopatología de este tipo de lesiones, son la exposición prolongada a ambientes fríos y húmedos, aunque por encima de la temperatura de congelación e inmovilización con estancamiento venoso. La deshidratación, una alimentación inadecuada, el estrés, enfermedades o lesiones concomitantes y la fatiga son factores que aumentan el riesgo. Este tipo de lesiones afectan exclusivamente las piernas y pies, pueden aparecer cuando la temperatura ambiente es inferior a la corporal y las fibras contráctiles simpáticas y el frío en si mismo producen una prolongada vasoconstricción.

El cuadro clínico se caracteriza porque es una lesión por frío sin congelación, los síntomas iniciales son muy vagos y la víctima se da cuenta demasiado tarde del grave peligro que corre, los pies se enfrían y se hinchan, la persona los siente pesados, acorchados y entumecidos, le duelen y con frecuencia aparecen arrugas en las plantas, la primera fase es isquémica dura entre horas o días, va seguido por una fase de hiperemia entre 2 a 6 semanas, durante la cual los pies están calientes, con pulsos marcados y edema progresivo, no es raro que aparezcan ampollas, ulceraciones y en algunos casos gangrena.

El tratamiento es sobre todo de apoyo, en el lugar de trabajo los pies deben de secarse con cuidado pero manteniéndolos fríos. Por otra parte todo el organismo debe de calentarse, las personas deben de recibir bebidas calientes, al contrario que en el caso de las lesiones por frío con congelación, el tratamiento con agua caliente debe de recalentar las lesiones locales por frío solo esta permitido cuando se han formado cristales de hielo en los tejidos. Cualquier otro tratamiento debe ser por regla general conservador. Desde luego la fiebre, los signos de coagulación vascular diseminada y la licuefacción de los tejidos afectados requieren intervención quirúrgica, algunas veces con amputación.

Este tipo de lesiones pueden disminuir a través de la prevención reduciendo el tiempo de exposición al mínimo. Es importante prestar atención a los pies con cuidados adecuados, disponiendo de instalaciones para cambiarse la ropa húmeda por seca, el reposo con los pies elevados y la ingestión de bebidas calientes parecieran medidas obsoletas pero tienen gran importancia.

#### Rendimiento corporal (efectos anti ergonómicos)

La exposición al frío y las reacciones fisiológicas de conducta asociadas, influyen en el rendimiento a distintos niveles de complejidad, ya que la exposición leve produce un enfriamiento nulo o despreciable del interior del cuerpo y un enfriamiento moderado de la piel y las extremidades. La exposición severa produce un equilibrio térmico negativo, un descenso de la temperatura interna y una marcada reducción de la temperatura de las extremidades.

Las características físicas de la exposición leve o intensa al frío depende mucho del equilibrio entre la producción interna de calor corporal como resultado del trabajo físico y la pérdida de calor. Las prendas protectoras y las condiciones climáticas determinan la cantidad de calor perdido, esta exposición

al frío causa distracción y enfriamiento y ambos influyen en el rendimiento laboral aunque la magnitud del efecto varía según el tipo de trabajo. La conducta y la función mental son más susceptibles al efecto de la distracción, mientras que el rendimiento físico se ve más afectado por el enfriamiento.

Sabemos que el rendimiento físico depende en gran medida de la temperatura de los tejidos y disminuye cuando la temperatura de los tejidos y órganos vitales desciende. Normalmente la destreza manual depende críticamente de la temperatura de los dedos y las manos, así como la del músculo del antebrazo, la motricidad gruesa se ve poco afectada por la temperatura superficial local, pero es muy sensible la temperatura muscular puesto que algunas de estas temperaturas están relacionadas entre sí.

Un importante factor que ayuda a reducir el rendimiento es la duración de la exposición cuando más dure la exposición al frío, mayor será el efecto en los tejidos profundos y en la función neuromuscular, por otra parte los factores como la habituación y la experiencia modifican los efectos nocivos y permiten recuperar en parte el nivel de rendimiento.

El rendimiento manual a través de la pérdida de calor, puede reducirse en ambientes fríos, utilizando unos guantes apropiados, desde luego unos guantes para proteger del frío tienen necesariamente grosor y volumen, y en consecuencia deterioran la destreza manual. Por consiguiente el rendimiento manual en ambientes fríos no puede conservarse con medidas pasivas. El funcionamiento de las manos y de los dedos depende de las temperaturas tisulares locales, los movimientos finos delicados y rápidos de los dedos se entorpecen cuando la temperatura de los tejidos desciende tan solo unos grados. Con un enfriamiento más profundo y un descenso de la temperatura, la motricidad gruesa se deteriora. La destreza manual se deteriora considerablemente con una temperatura cutánea de unos 6 a 8 grados centígrados como consecuencia del bloqueo de los receptores sensoriales y térmicos de la piel, dependiendo de los requisitos del trabajo, es posible que tenga que medirse la temperatura cutánea en varios lugares de las manos y de los dedos. La temperatura en la punta de los dedos puede descender más de 10 grados comparados con la temperatura del dorso de la mano en ciertas condiciones de exposición.

### 3.4 SALUD Y FRÍO.

El trabajo en ambientes fríos, engloba una diversidad de condiciones naturales o artificiales, la exposición al frío más extremo, principalmente en cámaras frigoríficas donde se almacena productos de congelación. Un tipo endémico de enfermedad crónica es el “pulmón del esquimal”, típica de los cazadores y tramperos esquimales que se ven expuestas a un frío extremo y a un trabajo pesado durante largos períodos de tiempo.

Trastornos cardiovasculares.

La exposición al frío afecta considerablemente al sistema cardiovascular. La noradrenalina liberada por los terminales nerviosos simpáticos aumenta el

gasto cardíaco y la frecuencia cardíaca. El dolor torácico provocado por una angina de pecho suele intensificarse en ambientes fríos. El riesgo de sufrir un infarto aumenta con la exposición al frío, especialmente cuando se combina con un trabajo pesado. El frío aumenta la presión arterial y, por consiguiente el riesgo de arritmia en personas sensibles. Otra observación es un aumento del hematocrito durante la estación fría, que causa una mayor viscosidad de la sangre y una mayor resistencia al flujo. Una posible explicación es que el clima frío puede exponer a las personas a unas cargas de trabajo repentinas y muy pesadas, como retirar la nieve, caminar en nieve profunda, resbalar, etc. Si bien al inicio de la hipotermia se produce una reacción del sistema cardiovascular por aumento de las catecolaminas circulantes, posteriormente existe una disminución progresiva de la tensión arterial (no se consiguen medir sus valores por debajo de los 27°C), del gasto cardíaco y de la frecuencia cardíaca. El gasto cardíaco disminuye como consecuencia de la bradicardia y de la hipovolemia, resultado de la reducción del volumen plasmático y de la hiperhidratación intracelular. En las hipotermia profundas, el índice cardíaco generalmente está reducido a valores por debajo de 1-1,5 l/min/m<sup>2</sup>. Los cambios del ritmo cardíaco están ampliamente documentados, bradicardia sinusal, fibrilación o flutter auricular, ritmo idioventricular, fibrilación ventricular (especialmente a partir de los 28°C) y asistolia. La arritmia cardíaca más frecuente de encontrar es la fibrilación auricular. Electrocardiográficamente da lugar a la aparición de la onda J o de Osborn, (a partir de temperaturas inferiores a los 31°C), alteraciones del segmento ST y alargamiento del espacio QT.

#### Alteraciones neurológicas.

La hipotermia disminuye progresivamente el nivel de consciencia, llevando a los pacientes hasta el coma profundo, y el consumo de oxígeno tanto por el cerebro como por la médula espinal. Esta disminución del consumo de oxígeno por el SNC, hace que la hipotermia tenga un efecto preventivo sobre la hipoxia cerebral y medular, permitiendo recuperaciones neurológicas completas después de inmersiones en aguas heladas por encima de los 30 minutos y de traumatismos craneoencefálicos y medulares graves. La amplitud del electrocardiograma (ECG) comienza a disminuir a partir de los 32°C, llegando a ser plano en torno a los 18°C. A partir de los 28°C el coma suele estar siempre presente. Progresivamente a la disminución de la temperatura corporal central, se enlentece la velocidad de conducción del sistema nervioso periférico, los reflejos osteotendinosos, los cutaneoplantares y las respuestas pupilares.

#### Alteraciones metabólicas y endocrinas.

El consumo de oxígeno disminuye gradualmente con la afectación de la temperatura corporal central, un enlentecimiento enzimático generalizado, hiperglucemia en los pacientes hipotérmicos, debido a la disminución de la liberación de insulina pancreática, al bloqueo de su acción periférica y al aumento de la gluconeogénesis por acción de los mecanismos termorreguladores. La secreción hipotalámica e hipofisaria, disminuye la secreción de adrenocorticotropina (ACTH), de la tirotrópina (TSH), de la vasopresina y de la oxitocina. (Barranco, 1999)

### Alteraciones renales.

La hipotermia suele acompañarse de un grado generalmente leve de insuficiencia renal, con ligeros aumentos de la cifra de urea y creatinina que generalmente se resuelve sin secuelas, aunque en algún caso puede producirse una necrosis tubular aguda. Sin embargo, la exposición al frío produce inicialmente un aumento de la diuresis (diuresis por frío), incluso antes de la disminución de la temperatura central, debida fundamentalmente a la vasoconstricción cutánea con el consiguiente desplazamiento de la afluencia de sangre hacia los territorios centrales y a la insensibilidad de los túbulos a la hormona anti diurética.

### Alteraciones hematológicas.

Los pacientes por accidentes de montaña se pueden encontrar normal o bajo las concentraciones hemáticas, o que descienden progresivamente en las primeras horas de evolución debido a las pérdidas sanguíneas por las lesiones traumáticas asociadas. Las alteraciones hemostáticas como la trombosis venosa y la Coagulación vascular diseminada (CID) que presentan algunos pacientes hipotérmicos, tienen que ver con la hipo perfusión periférica prolongada que con un efecto específico de la hipotermia. La CID también puede ser responsable de la instauración progresiva de trombocitopenia.

### Alteraciones gastrointestinales.

La elevación de las cifras séricas de amilasas o el hallazgo en los estudios necrópsicos de pacientes hipotérmicos de pancreatitis edematosa o necro hemorrágica se observa con cierta frecuencia. La relación entre pancreatitis e hipotermia no está todavía resuelta, aunque se le ha implicado con la isquemia secundaria al shock, con la ingesta previa y abusiva de alcohol o con la existencia de litiasis biliar. Otras alteraciones gastrointestinales que podemos encontrar en la hipotermia son: íleo paralítico, múltiples erosiones puntiformes de escasa cuantía hemorrágica (úlceras de Wischnevsky) en estómago, íleon y colon, probablemente relacionadas con la liberación de aminas vaso activas como histamina y serotonina, y una reducción de la capacidad del hígado para conjugar y depurar diversos sustratos, debido a la disminución de los flujos sanguíneo esplénico y hepático.

### Alteraciones inmunológicas.

La infección es la mayor causa de muerte tardía en los pacientes hipotérmicos. Este incremento de la susceptibilidad a la infección no está tampoco muy aclarado, aunque probablemente sea multifactorial. Entre estos potenciales factores destacan, las bacteriemias intestinales consecutivas a la isquemia e hipo perfusión intestinal; a la disminución del nivel de consciencia y de los reflejos tusígenos como causas de neumonía aspirativa; a la disminución del volumen corriente respiratorio y a anomalías ventilatorias (atelectasias) que favorecen las posibles sobreinfecciones respiratorias; a la granulocitopenia consecutiva al efecto del frío y a la disminución de la migración de los leucocitos polimorfo nucleares, de la vida media de estos y de la fagocitosis. En definitiva, los pacientes hipotérmicos son más susceptibles a las infecciones

bacterianas y presentan además, una disminución de las defensas inmunológicas.

Alteraciones pulmonares.

La bradipnea por depresión del centro respiratorio no supone generalmente un grave problema hasta que se alcanzan temperaturas centrales muy bajas. El intercambio alveolo capilar y las respuestas respiratorias a la hipoxemia y a la acidosis están reducidas, pero sin gran transcendencia clínica. Aunque la frecuencia respiratoria y el volumen corriente están disminuidos, estos suelen ser suficientes para mantener los requerimientos de oxígeno y la eliminación del anhídrido carbónico, puesto que la hipotermia reduce el consumo de O<sub>2</sub> al 50% aproximadamente cuando la temperatura central llega a los 31°C. Es importante tener en cuenta que, teóricamente, por cada 1°C de temperatura inferior a los 37 °C, el pH se incrementa 0,0147, la PaO<sub>2</sub> disminuye un 7,2% y la PaCO<sub>2</sub> 4,4% y los valores de PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> obtenidos por los analizadores clínicos a temperaturas de 37°C-38°C deben ser corregidos. La PaO<sub>2</sub> suele estar baja por la hipo ventilación alveolar y la alteración de la ventilación perfusión, aunque no existen evidencias de que tenga repercusión clínica. Nosotros hemos llegado a encontrar valores de PaO<sub>2</sub>, una vez corregidos, de 25 mmHg. Sin embargo, este equilibrio puede verse seriamente alterado cuando aumentan los requerimientos metabólicos durante el recalentamiento, especialmente si este se hace demasiado rápido. Es entonces cuando deben administrarse mayores cantidades e oxígeno.

La PaCO<sub>2</sub> durante la hipotermia puede tener mayor dispersión de valores, ya que la disminución del metabolismo basal tiende a reducirla, y la hipo ventilación alveolar junto al aumento de solubilidad del CO<sub>2</sub> a aumentarla. Sin embargo, la ventilación mecánica en los pacientes hipotérmicos puede llevar rápidamente a cifras importantes de hipocapnia, debiéndose monitorizar sus cifras en este tipo de pacientes.

El resultado final de la curva de disociación de la hemoglobina en el paciente hipotérmico apenas se modifica, ya que la hipotermia desvía la curva de disociación de la hemoglobina hacia la izquierda, con la consiguiente disminución de la liberación de oxígeno, y la acidosis metabólica hacia la derecha.

Además, la disminución el nivel de la consciencia, la reducción de la capacidad vital, la depresión del reflejo tusígeno, la deshidratación y sequedad de las mucosas, la disminución de la actividad mucociliar y la hipersecreción de la mucosa como respuesta inicial del árbol traqueo bronquial al frío, lleva a una alta prevalencia de anormalidades ventilatorias (atelectasias) y de infecciones pulmonares, especialmente durante el recalentamiento y después del mismo. Se han descrito también edema pulmonar no cardiogénico.

### 3.5 FARMACOLOGIA Y FRIO.

Los efectos secundarios negativos de los fármacos durante la exposición al frío pueden afectar la regulación térmica ya sea de forma general o local, y a su vez el frío puede afectar el efecto de los fármacos. Siempre que el trabajador mantenga una temperatura normal la mayoría de los medicamentos prescritos no interfieren en el rendimiento, pero los tranquilizantes del tipo de las benzodiazepinas pueden alterar la atención. es una situación peligrosa los

mecanismos de defensa contra la hipotermia se deterioran y la consecuencia del peligro de una situación se reduce.

Los beta bloqueadores provocan vasoconstricción periférica y reducen la tolerancia al frío, si algún trabajador necesita recibir algún tipo de medicación y su trabajo lo obliga a exponerse al frío deberán de considerar los efectos secundarios negativos de los medicamentos que toma. (Goth, 1996)

Por otro parte ningún fármaco ni nada que beba, coma o administre por otras vías al organismo es capaz de aumentar la producción normal de calor.

En el ser humano se ha demostrado que los escalofríos van acompañados por un aumento considerable de la oxidación de hidratos de carbono y un mayor consumo de glucógeno muscular. Los compuestos metilxantínicos ejercen sus efectos estimulando el sistema simpático, exactamente igual que el frío de manera que puedan aumentar la oxidación de hidratos de carbono.

#### 4. METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS.

Se define como el proceso bioquímico e la formación, ruptura y conversión de los carbohidratos, en los organismos vivos, los carbohidratos son las principales moléculas destinadas a el aporte de energía gracias a su fácil metabolismo sea en situaciones fisiológicas o fisiopatológicas.

El carbohidrato más común es la glucosa, un tipo de mono sacárido metabolizado por casi todos los organismos, la oxidación de un gramo de carbohidratos genera aproximadamente 4 Kcal de energía. El metabolismo de los carbohidratos empieza en la boca cuando la saliva descompone los almidones, después en el estomago mediante la acción del ácido clorhídrico, el metabolismo continua y termina en el intestino delgado, la amilasa que es una enzima transforma al almidón en maltosa, donde se transformara en glucosa, la amilasa es la encargada de transformar a todos los carbohidratos.

Los productos finales de la digestión de los carbohidratos en el tubo digestivo son casi enteramente glucosa, fructosa y galactosa, siendo la glucosa la que representa en el 80%, después de absorberse en el intestino gran parte de la fructosa y galactosa se convierten en glucosa y por tanto en la sangre circulante hay escasa cantidad de ambos azúcares, en consecuencia la glucosa resulta la vía final común para el transporte de casi todos los carbohidratos a las células de los tejidos.

El transporte de la glucosa a través de la membrana celular, debe de hacerlo a el citoplasma, sin embargo la glucosa no puede difundir a través de los poros de las membranas de las células porque el peso molecular máximo de las moléculas capaces de pasar por dichos poros es de unos 100 en tanto que el de la glucosa es de 180, por lo que utiliza el mecanismo de difusión facilitada, por medio de moléculas proteicas transportadoras que pueden unirse a la glucosa, y posteriormente ser liberada, esta función la tiene que realizar la insulina, que es una hormona generada por el páncreas.

La mayor parte de las reacciones químicas intracelulares tienen por objeto poner al sistema fisiológico de la célula en condiciones de aprovechar la energía de los alimentos, por ejemplo se requiere de energía para la actividad muscular, secreción glandular, la conservación de los potenciales de membrana de fibras nerviosas y musculares. (Guyton, 2006)

Todos los alimentos energéticos (carbohidratos, grasas y proteínas) pueden ser oxidados en las células y de este proceso liberan gran cantidades de energía, la cantidad de energía liberada por la oxidación completa de un alimento se denomina energía libre de oxidación de alimento esta energía suele expresarse en calorías por mol de sustancia. El (ATP) adenosintrifosfato es un compuesto químico lábil presente en todas los puntos del citoplasma y del núcleo celular células, se encuentra en cualquier parte, y en todos los mecanismos fisiológicos que necesitan energía para su funcionamiento ya que la obtienen del directamente desde ATP.

La gluconeogènesis, es un procesos bioquímico que consiste en la producción de nueva glucosa, si la molécula no es necesitada inmediatamente se almacena bajo la forma de glucógeno, generalmente en personas con requerimientos de glucosa bajos (poca actividad física) el glucógeno se encuentra almacenado en el hígado, pudiendo ser desdoblada por enzimas desrramificantes.

Este proceso se hace de varias formas siendo desde el glicerol, que viene de el proceso de los lípidos se fosforila para obtener así el glicerol 3 fosfato, este proceso es catalizado por la enzima glicerol quinasa, el glicerol 3 fosfato se convierte en dihidroxiacetona fosfato este proceso es catalizado por la glicerol 3 fosfato oxido reductasa. La dihidrooxiacetona fosfato se convierte en fructosa 1,6 bifosfato, esta pasa a glucosa 6 fosfato, convirtiéndose así en glucosa por medio de la glucosa 6 fosfatasa.

Desde los ácidos grasos, este mecanismo empieza cuando los ácidos grasos mediante el proceso de lipíolisis se degradan hasta propio nato, mediante una serie de reacciones que ingresan al ciclo de Krebs (También llamado ciclo del ácido cítrico o ciclo de los ácidos tricarbóxicos. Es una ruta metabólica de reacciones químicas que forma parte de la respiración celular en todas las células aeróbicas. Este ciclo se lleva acabo en el citosol) mediante la molécula succinil coenzima A, que luego pasa a fuma rato, malato, dificultando su conversión es transformada en oxal acetato en donde se produce la reacción hasta llegar a la glucosa.

Desde el ácido láctico el desplazamiento de las moléculas de lactato y piruvato, en condiciones de requerimiento de energía hacia piruvato esto realizado por la enzima lactato deshidrogenasa para poder entrar a la mitocondria como oxal acetato. El oxal acetato pasa a malato mediante la malato deshidrogenasa de tipo A. descargando sus protones NAD. El malato vuelve a oxal acetato fuera de la mitocondria debido a la falta de permeabilidad, mediante la malato deshidrogenasa tipo B, este se convierte en fosfato enol piruvato mediante la fosfato enol piruvato carboxi quinasa para empezar nuevamente el proceso de gluconeogenesis.

En una persona normal que no ha ingerido alimentos durante 3 a 4 horas, la cantidad de glucosa en sangre oscila alrededor de 80 a 90mg/dl, no es frecuente que sobrepase de 140mg/dl, o después de una comida que contenga grandes cantidades de carbohidratos a menos de que exista alguna patología agregada como la diabetes mellitus. La regulación de la glucemia tiene relaciones tan estrechas con la insulina y el glucagón.

#### 4.1 EFECTOS METABOLICOS DE LA INSULINA.

En 1922 Bearting y Best aislaron a la insulina por primera vez del páncreas históricamente la insulina se ha relacionado con el azúcar de la sangre y ciertamente tiene efectos en el metabolismo de los carbohidratos, esta hormona se asocia con los excesos de energía, es decir cuando hay una gran cantidad de nutrientes en la dieta, la insulina se libera en grandes cantidades, a su vez desempeña una función en el almacenamiento de estos excesos de energía ya que cuando el aporte de hidratos de carbono aumenta se almacena como glucógeno fundamentalmente en el hígado y musculo y grasa en tejido adiposo, cuando los hidratos de carbono se encuentran en exceso no pudiéndose almacenar como glucógeno se convierten también en grasa, en el caso de las proteínas, la insulina favorece la captación de aminoácidos por las células donde se convierten en proteínas, además inhibe el catabolismo proteico en prácticamente en todos los tejidos.

La insulina es una pequeña proteína con un peso molecular de 5808 en el humano, esta compuesta por dos cadenas de aminoácidos, la insulina es secretada por las células beta pancreáticas por el mecanismo celular ordinario de síntesis proteica.

Efectos de la insulina en el metabolismo de los carbohidratos.

Inmediatamente después de una comida rica en carbohidratos, la glucosa que pasa a la sangre causa secreción rápida de insulina, que a su vez determina la captación inmediata el almacenamiento y el uso de la glucosa por casi todos los tejidos del organismo en especial por el hígado, musculo y tejido adiposo.

El control de la secreción de insulina esta regulado exclusivamente por la glucemia, sin embargo los aminoácidos de la sangre y otros factores tienen misiones importantes en el control y secreción de insulina, con la glucemia normal en ayunas el ritmo de secreción de insulina es mínimo del orden de 25ng/min/Kg de peso corporal. Si aumenta de manera súbita la concentración sanguínea de glucosa hasta un nivel de 2 a 3 veces de lo normal y se mantiene así, se incrementa de manera notable la secreción de insulina.

Este incremento de insulina casi 10 veces en un plazo de tres a cinco minutos tras la elevación aguda de la glucosa sanguínea, este fenómeno es consecuencia del vaciamiento rápido e inmediato de la insulina preformado por las células beta del páncreas. Sin embargo esta secreción elevada no se conserva así, se normaliza alcanzando valores situados entre el máximo alcanzado y el limite de normalidad en otros 5 a 10 minutos. (Islas, 1993)

Después de un intervalo aproximado de 15 minutos, se incrementa de nuevo la secreción, alcanzando niveles incluso superiores a los de la fase de liberación rápida, esta secreción resulta de la descarga adicional de insulina preformada como de la actividad de algún sistema enzimático que sintetiza y libera nueva insulina desde las células.

Normalmente la glicemia se encuentra regulada en límites muy estrechos de 80 a 90mg/dl en ayuno, esta concentración se eleva a 120 o 140 mg/dl aproximadamente una hora después de una comida pero los sistemas de retroalimentación devuelven rápidamente este valor a cifras normales generalmente en un plazo de 2 horas después de la última absorción de carbohidratos. En la inanición la gluconeogénesis del hígado proporciona la glucosa necesaria para conservar normal el valor de la glucemia en ayunas.

#### 4.2 IMPORTANCIA DE LA REGULACION DE LA GLUCEMIA.

Es importante el control en el nivel de glucosa que no se eleve demasiado por tres motivos, primero, porque la glucosa ejerce una intensa presión osmótica en el líquido extracelular y si se elevara en exceso podría causar una intensa deshidratación celular, segundo una glucemia muy alta produce pérdida de glucosa por la orina sin generar sintomatología específica en la persona, tercero esto origina una diuresis osmótica en el riñón, acompañado de una depleción importante de líquidos y electrolitos.

En los casos de hiperglucemias no controladas por daños en los sistemas reguladores fisiológicos se presentan las patologías debido a unos de los principales efectos de la falta de insulina. 1) disminución de la utilización de glucosa por las células corporales por aumento resultante de la concentración sanguínea de glucosa. 2) notable incremento de la movilización de grasas desde las áreas de almacenamiento con metabolismo graso anormal y depósito de lípidos en las paredes vasculares con producción de aterosclerosis y 3) agotamiento de las proteínas en los tejidos del cuerpo.

#### 4.3 DIABETES MELLITUS.

La diabetes Mellitus es consecuencia de la disminución de la secreción de insulina de las células beta de los islotes de Langerhans. Caracterizada por un aumento en el nivel de glucosa sanguínea. Dentro de los factores que se han observado involucrados está la herencia, susceptibilidad de las células beta a agentes virales, obesidad que desempeña un papel importante en el desarrollo de la diabetes clínica ya que las células beta responderían menos a los estímulos producidos por niveles incrementados de glucosa, así pues la insulina no aumentaría cuando fuera necesario.

La obesidad también disminuiría el número de receptores de insulina en las células diana de todo el organismo produciendo una menor eficacia de la insulina disponible.

Además se producen varios problemas fisiopatológicos especiales como pérdida de la glucosa por la orina, efectos deshidratantes de las cifras altas de

la glucosa, acidosis y coma. Los síntomas que se manifiestan son muy variados sin embargo, los primeros síntomas son poliuria, polidipsia, polifagia, pérdida de peso y astenia.

El tratamiento se evaluara de acuerdo a las características clínicas y físicas de cada persona por medio de hipoglucemiantes orales, aplicación de insulina, medidas higiénico dietéticas, con monitoreo frecuentes de la glucosa por sus distintos medios diagnósticos.

#### 4.4 DIAGNOSTICO.

Los métodos mas usuales de diagnostico de la diabetes se basan en varias pruebas químicas realizadas en orina y sangre.

Glucosuria. Para conocer la cantidad de glucosa eliminada por la orina, se pueden emplear pruebas sencillas de consultorio o determinaciones cuantitativas de laboratorio, el sujeto normal cantidades de azúcar que escapan de la medición, en tanto que el paciente que tiene alteraciones en el nivel de glucosa o pacientes con diabetes pierden glucosa en cantidades variables a veces considerables, según la gravedad de la enfermedad y la importancia de la ingestión de carbohidratos.

Glucemia en ayunas. Tras un ayuno de 8 hrs el nivel sanguíneo de glucosa suele oscilar entre 80 a 90 mg/dl el limite superior absoluto de la glucemia normal se considera de 110mg/dl. Un nivel sanguíneo superior a esta cifra suele indicar alguna patología de Diabetes.

Prueba de tolerancia ala glucosa. Cuando un individuo normal en ayunas ingiere un gramo de glucosa por kilogramo de peso, su glucemia se eleva aproximadamente 90mg/dl hasta 120 o 140mg/dl para disminuir en valores normales a las 3 horas. En un paciente con alteraciones en los niveles de glucosa en ayunas se encuentra casi siempre por encima de 100mg/dl o por arriba de 140mg/dl de igual modo la prueba de tolerancia a la glucosa sus niveles circulantes aumentan mucho mas que en las personas normales disminuyendo solo al cabo de 4 a 6 hrs, sin llegar al limite normal. Cuando toman glucosa sus niveles circulantes aumentan mucho mas que en las personas normales, esta disminución lenta de los niveles y la imposibilidad de llegar a lo normal demuestra que en los pacientes con diabetes la secreción de insulina no tiene lugar en forma fisiológica por lo que se puede hacer el diagnostico con bastante precisión.

Aliento cetónico. Pequeñas cantidades de ácido acético, pueden ser transformadas en acetona, que es volátil, siendo eliminado con el aire espirado, cuando existen niveles de hiperglucemia patológico el paciente suele tener aliento acetona. También se pueden reconocer los cuerpos cetónicos en la orina por medios químicos y su medición ayuda a estimar la gravedad.

Hemoglobina glucosilada. Utilizada en el control y funcionamiento del tratamiento establecido en el paciente con problemas de diabetes, al igual que

la determinación de glucosa se toma la muestra de sangre de un acceso venoso, y el resultado será determinado por espectrometría. (Lawrence, 2004)

Esta prueba de laboratorio muy utilizada en las alteraciones de la glucosa y para saber si el control que realiza el paciente sobre la enfermedad ha sido bueno durante los últimos tres o cuatro meses (aunque hay médicos que consideran sólo los dos últimos meses). De hecho el 50% del resultado depende sólo de entre las cuatro y seis últimas semanas. Se puede determinar dicho control gracias a que la glucosa es “pegajosa” y se adhiere a algunos tipos de proteínas, siendo una de ellas la hemoglobina. Esto también ocurre en las personas sin diabetes. Un proceso altamente complejo, la hemoglobina glucosilada es una heteroproteína de la sangre que resulta de la unión de la Hemoglobina con carbohidratos, libres unidos a cadenas carbonadas con funciones ácidas en el carbono 3 y 4. Con una hemoglobina glucosilada menor del 7%, se reduce considerablemente el riesgo de padecer enfermedades micro y macro vasculares. La hemoglobina glucosilada mejora el pronóstico de las personas y disminuye el riesgo a sufrir enfermedades micro y macro vasculares, se ha demostrado que la hemoglobina glucosilada disminuida a menos del 3-4% lleva a tener en un 100% el riesgo de tener enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

## 5. MEDIDAS CORRECTORAS Y SISTEMAS DE CONTROL.

El control del frío se efectúa a través de medidas técnicas, organizativas, y de protección personal. Dentro de las medidas técnicas o relativas a los factores ambientales, tenemos a los difusores de aire interior, uso de pantallas anti viento en el exterior de los centros de trabajo para aplacar las corrientes de aire frío, controlar en mantener la humedad baja y el ruido del sistema de calefacción, aclimataciones mediante las instalaciones térmicas, diseño adecuado de los puestos de trabajo, espacios, muebles, maquinas, dispositivos informativos, teniendo en cuenta la posible disminución de la percepción y de la somnolencia provocada por las bajas temperaturas. Pre calentar los equipos y herramientas en lo posible, mantener bajo control permanente las condiciones del microclima mediante algún indicador fiable que las personas afectadas deben conocer perfectamente y cuyos resultados deben quedar registrados, proveer de espacios calientes o de refugios de protección.

Medidas organizativas. Establecer procedimientos de trabajo encaminadas a recuperar las pérdidas de la energía calorífica, ingestión de líquidos y comidas calientes de forma paulatina, control de trabajo de los operarios, reconocimientos médicos al inicio y periódicos, medición periódica de la temperatura y velocidad del aire, rotación hacia trabajos en ambientes menos agresivos por exposición a temperaturas frías. Ritmos de trabajo adecuados y siempre moderados.

Según los criterios de los TLV,s (Threshold Limits Valúes) señalan que para conservar la destreza manual y evitar accidentes se precisa una protección especial de las manos, cuando haya que desarrollar trabajos con altas exigencias en posición con las manos al descubierto a lo largo de más de 10 a 20 minutos en un ambiente inferior a 16 grados °C. Se deberán tomar medidas

especiales para que los trabajadores puedan mantener las manos calientes, pudiendo utilizarse para este fin chorros de aire caliente, aparatos de calefacción de calor radiante como radiadores eléctricos o placas de contacto caliente, a temperaturas inferiores a menos 1 °C, los mangos metálicos de las herramientas y las barras de control se cubrirán de material aislante térmico.

Cuando la temperatura del aire cae por debajo de los 16 grados centígrados, para trabajos sedentarios menos de 4 grados centígrados y para trabajos ligeros y moderados de menos 7 grados centígrados sin que se requiera destreza manual los trabajadores usaran guantes.

Para impedir la congelación por contacto los trabajadores deben de llevar puesto guantes anti contacto.

#### 5.1 LEGISLACIONES EN MEXICO E INTERNACIONALES EXISTENTES EN RELACION A TEMPERATURAS ABATIDAS.

Norma oficial mexicana 015-2001, de la STPS. Relativo a la exposición laboral a condiciones térmicas elevadas o abatidas en los centros de trabajo.

Que tiene como objetivo establecer condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas extremas, que por sus características y tipo de actividad, nivel, y frecuencia de exposición, son capaces de alterar la salud de los trabajadores.

Esta norma aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en los que exista exposición de los trabajadores a condiciones térmicas provocadas por fuentes que generen que la temperatura corporal de los trabajadores sea inferior a los 36 grados centígrados o mas de 38 grados centígrados.

Dentro de las obligaciones del patrón son: mostrar a la autoridad del trabajo cuando esta así lo solicite, los documentos que la presente norma obligue a elaborar o poseer.

Informar a los trabadores de los riesgos de trabajo por exposición a temperaturas extremas y mostrar a la autoridad de trabajo, las evidencias, como pueden ser las constancias de habilidades, circulares folletos, o través de opinión de los trabajadores que acrediten que han sido informados de los riesgos.

Realizar el reconocimiento, evaluación y control.

Elaborar por escrito y mantener actualizado un informe que contenga el registro del reconocimiento evaluación y control de las áreas.

Aplicar el método para determinar el tiempo de exposición de los trabajadores considerando el tiempo de exposición térmica extrema a la que se exponga según sea el caso.

Proporcionar a la población expuesta el quipo de protección personal según se establece en la NOM. 017-STPS-2008.

Señalar y restringir el acceso a las áreas de exposición a condiciones térmicas extremas.

Proporcionar capacitación y adiestramiento a la población expuesta en materia de seguridad e higiene donde se incluyan los niveles máximos permisibles y las medidas de control establecidas de acuerdo al puesto que desempeñan, a fin de evitar daños a la salud, derivado de la exposición de condiciones térmicas extremas.

Llevar acabo la vigilancia a la salud e la población expuesta, según lo que establezcan las normas oficiales mexicanas, que al respecto emita la secretaria de salud, en caso de no existir normatividad de dicha secretaria, el medico de la empresa determinara el contenido de los exámenes médicos, y la vigilancia a la salud.

El medico de la empresa llevara un programa por escrito de vigilancia a la salud de la población ocupacionalmente expuesta, el contenido y exámenes médicos aplicables, que incluya lo siguiente.

La evaluación medica inicial a trabajadores que se expongan por primera vez.

Una historia clínica y exploración física dela población ocupacionalmente expuesta.

Realizar un examen medico cada meses.

Las conclusiones de los resultados de los exámenes médicos.

Las medidas de prevención de las posibles alteraciones a la salud.

El seguimiento a cada caso.

A nivel internacional existen las siguientes normas:

NORMA ISO 8996. Ergonomía. Determinación de calor metabólico esta norma nos sirve para determinar empíricamente el calor metabólico producido por la persona, al realizar o no una actividad determinada, para agilizar el calculo nos apoyamos en la norma ISO11079/93

Norma ISO 9920. Ergonomía. Estimación de las características térmicas de la ropa. Enfocándose a confort térmico.

NORMA ISO 7726. Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos para evaluar magnitudes físicas.

NORMA ISO 11079/93. Evaluación de ambientes fríos, determinación de aislamiento requerido necesario en el vestido (IREQ).

#### IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

➤ OBJETIVOS	➤ HIPÓTESIS
General	General
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar las concentraciones de glucosa en sangre en trabajadores sometidos a temperaturas abatidas a menos de 20 grados centígrados en cámaras de congelación con un grupo de trabajadores no expuestos a este factor de riesgo en el centro de distribución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A mayor tiempo de exposición física en cámaras de congelación aun con equipo de protección personal se aumentara el nivel de glucosa en sangre.</li> </ul>
Específicos	Específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar si las concentraciones de glucosa contribuyen a la aparición de alteraciones metabólicas, proteicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A mayor cantidad de glucosa en sangre mayor será su contribución a la aparición de cambios metabólicos proteicos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la relación de niveles altos de glucosa y el tiempo de exposición al frio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A mayor tiempo de exposición al frio encontraremos mayores niveles de glucosa plasmática en trabajadores expuestos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociar los niveles de glucosa sanguínea al personal que esta expuesto al frio, labora en los diferentes turnos y a destajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante el turno nocturno serán mayores los niveles de glucosa.</li> <li>• Los trabajadores a destajo tendrán mayores niveles de glucosa.</li> </ul>

## V. METODOLOGIA.

### 1. Tipo de estudio.

Sera un estudio de cohorte retrospectivo.

### 2. Población de estudio.

La población fue tomada de un centro de distribución que contiene cámaras de congelación donde se almacena productos congelados a trabajadores en sus distintos departamentos que lo componen y que están expuestos a temperaturas abatidas así como población del mismo centro de distribución que no esta expuesta a este factor físico para hacer la comparación. La muestra de 50 trabajadores, seleccionados y que participaron en el estudio previo consentimiento por escrito. Donde 25, trabajadores expuestos al factor físico de las áreas de (5) almacén, (5) recibo, (5) armado, (5) limpieza, (5) protección, y 25 trabajadores no expuestos al factor físico, (5) mesa de control, (5) recibo, (5) gerencia, (5) oficinas (5) Compras.

3. Criterios de inclusión: Todo trabajador que se encontrara registrado en nomina, del Centro de Distribución y participo de forma voluntaria bajo consentimiento propio, así como tener 3 o mas años de antigüedad laboral en el momento del estudio.

4. Criterios de exclusión: Todo trabajador que NO se encontrara registrado en nomina, del Centro de Distribución y NO le intereso participar bajo consentimiento propio, así como NO tener 3 o mas años de antigüedad laboral en el momento del estudio.

### 5. Variables.

Variable	Tipo	Definición Conceptual	Definición operacional	
			<b>Escala de medición</b>	<b>Fuente de información</b>
Variaciones de glucosa en sangre	Variable dependiente	Toda concentración fuera del Parámetro de 70 a 100.	En miligramos sobre decilitro	Tablas de niveles de glucosa de la SS en México
Horas de exposición al agente físico (frio).	Variable independiente	Tiempo transcurrido en que se desempeña el trabajo	Horas	Cuestionario de condiciones de trabajo y salud. (ESTUNAM)
Rotación o jornada laboral.	Variable confusora Independiente	Turno laboral asignado al trabajador	Días	Cuestionario de condiciones de trabajo y salud. (ESTUNAM)
Antecedentes heredofamiliares de enfermedades crónico degenerativas.	Variable confusora, Cualitativa Independiente	Criterios médicos específicos de enfermedades crónicas en la familia independientemente de la generación	1.- Tiene antecedentes 2.- No tiene antecedentes	Cuestionario de condiciones de trabajo y salud. (ESTUNAM)
Edad	Variable confusora. Cuantitativa Independiente	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha del estudio	Numérica discreta en (Años)	Cuestionario de condiciones de trabajo y salud. (ESTUNAM)

Antigüedad laboral	Variable confusora Cuantitativa Independiente	Tiempo que el trabajador ha laborado para la empresa	Dimensional (Años)	Cuestionario de condiciones de trabajo y salud. (ESTUNAM)
Calculo de calorías	Variable confusora Independiente	Medición del contenido energético de los alimentos	Kilocalorías	Cuestionario de Frecuencia de consumo de alimentos. Proyecto milagro (UNAM)(Snut)

## 6. Instrumentos:

Los instrumentos de recolección de la información para las variables como sexo, edad, antigüedad laboral, turno, categoría, área de trabajo, así como de los diferentes factores psicosociales y condiciones de salud en general fueron de los siguientes: Cuestionario de condiciones de trabajo y salud (ESTUNAM), donde se obtuvo la mayor parte de los aspectos laborales, psicosociales. (Anexo 1).

El cuestionario del Instituto Nacional de Salud Publica, Sistema de evaluación de hábitos nutricionales y consumo de nutrimentos (SNUT), utilizado para conocer el tipo de consumo de alimentos, frecuencia, y cálculo de calorías.

## 7. Procedimientos:

Se entrevisto directamente a los trabajadores que quisieron participar en el proyecto de investigación y se tomaron aquellos que tuvieran mas de 3 años de antigüedad y que contaran con registros previos de el nivel de glucosa central, esta información de registros fue proporcionada por el departamento de servicio medico del centro de distribución.

Los cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos y condiciones de trabajo y salud, fueron aplicados a los trabajadores seleccionados personalmente en consultorio medico del centro de distribución, de Lunes a viernes, donde se les tomo peso y talla, así como la muestra de sangre venosa para la determinación de glucosa y hemoglobina glucosilada.

El horario para la toma de muestra de sangre venosa fue el siguiente: Para los trabajadores del turno matutino que ingresan a laborar a las seis de la mañana, previo aviso de ayuno al trabajador de 12 horas, se tomo la muestra una vez que estuvieran expuestos al agente físico y antes de que tomaran los primeros alimentos del día. Para los trabajadores del turno vespertino que ingresan a laborar a las 2 de la tarde y previa indicación de ayuno de 12 horas, se tomo la muestra una vez que estuvieran laborando y antes de que tomaran los primeros alimentos del día.

Para los trabajadores del tercer turno que ingresan a laborar a las diez de la noche bajo indicación de ayuno de 12 horas, se tomo la muestra de sangre una vez expuestos a el agente físico y antes de que tomaran sus primeros alimentos del día.

Las muestras de sangre de los trabajadores, fueron llevadas al laboratorio clínico conforme se obtuvieran por turno y por día para evitar, alteraciones bioquímicas.

La captura, codificación e interpretación de las diferentes variables valoradas con estos instrumentos fue por medio de la base de datos EXCEL y el programa SPSS versión 19 en español.

Los resultados se presentan en tablas de porcentajes de los datos generales de los trabajadores.

Se establecieron las diferencias entre grupos con Pearson considerando significativa la asociación si p es menor de 0.05 U de Mann-Whitney para la relación entre variaciones de el nivel de glucosa y hemoglobina glucosilada, en trabajadores expuestos y no expuestos, tiempo de exposición, durante el periodo de 3 años, para el tipo de jornada laboral y turnos la correlación de Pearson no resulto significativa en el grupo expuesto y exista un valor de asociación de acuerdo a lo establecido ( $p < 0.05$ ).

#### 8. Análisis estadístico.

HIPO TESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE DE CONFUSION	PRUEBA DE ASOCIACION	PRUEBA DE SIGNIFICANCIA
1	Tiempo de exposición	Variaciones del nivel de glucosa	Consumo de calorías Edad. Jornada laboral	Razón de momios	U de Mann-Whitney  Regresión logística
2	Cambios o variaciones en la proteínas(hemoglobina glucosilada)  Jornada laboral(destajo)  Turnos de trabajo	Tiempo de exposición	Rotación Edad Jornada laboral  Antecedentes familiares de enfermedades crónicas degenerativas  Consumo de calorías	Razón de momios	U de Mann-Whitney  Regresión logística

Para el control de factores de confusión y evaluación de la relación entre la evaluación y relación entre los valores de glicemia y hemoglobina glucosilada se utilizó la regresión logística.

## VI. RESULTADOS.

### 1. Características de la población.

El estudio se realizó en 50 trabajadores que laboran en el centro de Distribución de productos congelados, los cuales laboran en diferentes áreas de trabajo.

La edad de los trabajadores varía entre los 19 y 65 años de edad siendo el grupo de mayores de 38 años los que predominan más con un 54%, seguido de 28 a 37 años con un 32% y finalmente los de 19 a 27 años con un 14%. (Ver tabla 1)

**Tabla 1 Distribución de los trabajadores por edad.**

Edad (Años)	Frecuencia (Fc)	%
19 a 27	7	14
28 a 37 años	16	32
Mayores de 38	27	54
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuestionario de factores Psicosociales del STUNAM aplicado a los trabajadores de un centro de distribución de productos congelados en el mes de Agosto del 2011.

En el área de trabajo en relación al sexo predominan más los hombres con un 80% y con un 20% las mujeres.

**Tabla 2 Distribución de los trabajadores por sexo.**

Sexo	Frecuencia (Fc)	%
Hombre	40	80
Mujer	10	20
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuestionario de factores Psicosociales del STUNAM aplicado a los trabajadores de un centro de distribución de productos congelados en el mes de Agosto del 2011.

Las diferentes áreas del trabajo en las que se distribuyen los trabajadores son: Almacén, recibo interno, armado, limpieza, protección, mesa de control, recibo externo, gerencia, oficinas administrativas. Siendo las áreas de mayor porcentaje de trabajadores: Almacén con 20% y el restante de las áreas de trabajo fueron equitativas con el 10%.

**Tabla 3 Áreas de trabajo en las que se distribuyen los trabajadores de la muestra en estudio.**

Áreas	Frecuencia (Fc)	%
Almacén	10	20
Recibo Interno	5	10
Armado	5	10
Limpieza	5	10
Protección	5	10
Mesa de control	5	10

Recibo externo	5	10
Gerencia	5	10
Oficinas administrativas	5	10
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuestionario de factores Psicosociales del STUNAM aplicado a los trabajadores de un centro de distribución de productos congelados en el mes de Agosto del 2011.

La antigüedad laboral de los trabajadores es representada con un 46% de 7 a 10 años, seguido con un 40% de 3 a 6 años, 8% de 14 a 16 años y con el 6% de 11 a 13 años.

**Tabla 4 Antigüedad Laboral de los trabajadores.**

Años	Frecuencia (Fc)	%
3 a 6	20	40
7 a 10	23	46
11 a 13	3	6
14 a 16	4	8
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuestionario de factores Psicosociales del STUNAM aplicado a los trabajadores de un centro de distribución de productos congelados en el mes de Agosto del 2011.

La distribución por turnos de los trabajadores es representada con un 46% por el turno matutino, seguido con el 28% por el turno nocturno, y el 26% el turno vespertino.

**Tabla 5 Distribución por turnos de los trabajadores**

Turno	Frecuencia (Fc)	%
Matutino	23	46
Vespertino	13	26
Nocturno	14	28
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuestionario de factores Psicosociales del STUNAM aplicado a los trabajadores de un centro de distribución de productos congelados en el mes de Agosto del 2011.

En cuanto a la forma de trabajo esta representada con un 66% el trabajo normal de 8 horas, y con el 34% el trabajo a destajo en la cual el trabajador a mayor esfuerzo físico mayor será su compensación económica.

**Tabla 6 Forma de trabajo de los trabajadores.**

Forma	Frecuencia (Fc)	%
Destajo	17	34
Normal	33	66
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuestionario de factores Psicosociales del STUNAM aplicado a los trabajadores de un centro de distribución de productos congelados en el mes de Agosto del 2011.

De los antecedentes heredofamiliares directos de diabetes mellitus, el 78% refiere que si tiene este factor predisponente y el 22% refiere que no.

**Tabla 7 Antecedentes heredofamiliares de Diabetes Mellitus.**

Antecedente	Frecuencia (Fc)	%
Si	39	78
No	11	22
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuestionario de factores Psicosociales del STUNAM aplicado a los trabajadores de un centro de distribución de productos congelados en el mes de Agosto del 2011.

## 2. Comparación de niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada por grupo y variables asociadas.

**Tabla 8 Niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada del 2008 al 2011 en, trabajadores expuestos y no expuestos a frio.**

	Exposición											
	No expuestos				Expuestos				Total			
	N	Med.	DE	Máx.	N	Med.	DE	Máx.	N	Med.	DE	Máx.
Glucosa 2008	20	83.15	8.77	98	30	89.17*	9.56	112	50	86.76	9.63	112
Glucosa 2009	20	78.70	9.54	102	30	85.00	14.48	115	50	82.48	13.01	115
Glucosa 2010	20	74.60	7.35	98	30	84.73**	8.20	99	50	80.68	9.27	99
Glucosa 2011	20	74.65	11.69	120	30	90.33**	4.42	99	50	84.06	11.17	120
Hemoglobina Glucosilada	20	5.7750	1.78	12.60	30	6.90**	.61588	9.20	50	6.4500	1.33	12.60

U de Mann-Whitney, \*P.=0.01, \*\*p.=0.000

En la muestra analizada observamos que los niveles de glucosa aumentaron en los trabajadores expuestos durante el periodo de estudio y en la comparación con los no expuestos se observa en varios de los años una diferencia significativa, siendo mayores los niveles de glucosa en los expuestos.

La hemoglobina glucosilada fue significativamente mayor en los expuestos.

**Tabla 9 Nivel de glucosa y hemoglobina glucosilada por grupo de edad del periodo 2008 al 2011 en expuestos y no expuestos al frio.**

Edad		No expuestos				Expuestos			
		N	Med.	DE	Máx.	N	Med	DE	Máx.
22 a 36	Glucosa 2008	4	81.00	3.46	86.00	19.00	89.26	9.46	112.00
	Glucosa 2009	4	75.75	9.91	87.00	19.00	84.95	14.08	115.00
	Glucosa 2010	4	72.50	7.90	84.00	19.00	82.37*	7.34	91.00
	Glucosa 2011	4	75.75	6.13	80.00	19.00	90.79**	4.66	99.00
	Hemoglobina Glucosilada	4	6.90	3.80	12.60	19.00	6.66	0.31	7.30
38 a 63	Glucosa 2008	16	83.69	9.67	98.00	11.00	89.00	10.20	100.00
	Glucosa 2009	16	79.44	9.63	102.00	11.00	85.09	15.86	110.00
	Glucosa 2010	16	75.13	7.38	98.00	11.00	88.82**	8.33	99.00
	Glucosa 2011	16	74.38	12.86	120.00	11.00	89.55**	4.08	97.00
	Hemoglobina Glucosilada	16	5.49	0.84	7.60	11.00	7.31**	0.80	9.20

U de Mann-Whitney, \*P.=0.01, \*\*p.=0.000

En la muestra analizada observamos que los niveles de glucosa aumentaron en relación a la edad de vida, en expuestos de 22 a 36 años de edad durante el periodo de estudio, siendo significativo en el año 2010 y 2011.

La hemoglobina glucosilada aumenta en los expuestos a mayor edad.

**Tabla 10 Antigüedad laboral en años y nivel de glucosa en trabajadores expuestos y no expuestos al frio del periodo del 2008 a 2011.**

Antigüedad		Exposición											
		No expuestos				Expuestos				Total			
		N	Med.	DE.	Máx.	N	Med.	DE.	Máx	N	Med.	DE.	Máx.
3 a 7	Glucosa 2008	9	80.78	9.55	98	1	88.12	9.79	112	2	85.58	10.163	112
	Glucosa 2009	9	75.33	7.79	87	1	84.76	15.51	115	2	81.50	13.946	115
	Glucosa 2010	9	73.89	5.66	84	1	82.12	7.45	91	2	79.27	7.862	91
	Glucosa 2011	9	73.11	5.37	80	1	90.88	4.96	99	2	84.73	9.966	99
	Hemoglobina Glucosilada	9	5.3667	.62048	6.50	1	6.7118	.37895	7.50	2	6.2462	.80062	7.50
	Glucosa 2008	1	85.09	8.006	98	1	90.54	9.448	100	2	88.04	9.062	100

Glucosa	1	81.45	10.289	102	1	85.31	13.63	110	2	83.54	12.119	110
2009	1				3		4		4			
Glucosa	1	75.18	8.727	98	1	88.15	8.143	99	2	82.21	10.550	99
2010	1				3				4			
Glucosa	1	75.91	15.261	120	1	89.62	3.686	97	2	83.33	12.531	120
2011	1				3				4			
Hemoglobina	1	6.109	2.3342	12.6	1	7.146	.7806	9.20	2	6.670	1.7221	12.6
a	1	1	9	0	3	2	1		4	8	0	0
Glucosilada												

En la muestra analizada observamos que los niveles de glucosa aumentan en relación al tiempo de exposición siendo significativo en los expuestos durante el periodo de estudio.

La hemoglobina glucosilada muestra un aumento en los expuestos con mayor tiempo.

**Tabla 11 Niveles de glucosa en relación al peso en trabajadores expuestos y no expuestos al frío en el periodo del 2008 a 2011.**

		Exposición											
		No expuestos				Expuestos				Total			
		N	Media	Desv. típ.	Máximo	N	Media	Desv. típ.	Máximo	N	Media	Desv. típ.	Máximo
Obesidad													
Normal	Glucosa	6	83.00	8.173	98	2	94.00	7.071	99	8	85.75	8.988	99
	2008												
	Glucosa	6	73.00	8.922	87	2	104.00	8.485	110	8	80.75	16.525	110
	2009												
	Glucosa	6	74.17	6.338	84	2	81.00	8.485	87	8	75.88	6.999	87
2010													
Glucosa	6	70.17	3.125	76	2	89.00	.000	89	8	74.87	9.109	89	
2011													
Hemoglobina	6	5.1667	.40825	6.00	2	7.2000	.56569	7.60	8	5.6750	1.02504	7.60	
Glucosilada													
Sobrepeso	Glucosa	10	82.00	9.775	98	15	90.67	7.706	112	25	87.20	9.447	112
	2008												
	Glucosa	10	82.10	10.640	102	15	83.53	14.202	115	25	82.96	12.674	115
	2009												
	Glucosa	10	76.30	8.616	98	15	84.00	6.525	91	25	80.92	8.215	98
2010													
Glucosa	10	75.40	16.078	120	15	90.87	4.912	99	25	84.68	13.069	120	
2011													

	Hemoglobina Glucosilada	10	6.3700	2.39214	12.60	15	6.6867	.32921	7.50	25	6.5600	1.49471	12.60
Obesidad I	Glucosa 2008	4	86.25	8.500	98	13	86.69	11.579	100	17	86.59	10.683	100
	Glucosa 2009	4	78.75	.957	80	13	83.77	14.190	109	17	82.59	12.490	109
	Glucosa 2010	4	71.00	5.033	78	13	86.15	10.098	99	17	82.59	11.186	99
	Glucosa 2011	4	79.50	1.000	80	13	89.92	4.291	98	17	87.47	5.896	98
	Hemoglobina Glucosilada	4	5.2000	.54160	6.00	13	7.1000	.80519	9.20	17	6.6529	1.10968	9.20
Total	Glucosa 2008	20	83.15	8.774	98	30	89.17	9.560	112	50	86.76	9.633	112
	Glucosa 2009	20	78.70	9.543	102	30	85.00	14.487	115	50	82.48	13.009	115
	Glucosa 2010	20	74.60	7.351	98	30	84.73	8.208	99	50	80.68	9.272	99
	Glucosa 2011	20	74.65	11.695	120	30	90.33	4.428	99	50	84.06	11.175	120
	Hemoglobina Glucosilada	20	5.7750	1.78145	12.60	30	6.9000	.61588	9.20	50	6.4500	1.32853	12.60

En la muestra analizada se observa que los expuestos con mayor obesidad se encuentran con niveles altos de glucosa que los no expuestos.

La hemoglobina glucosilada la relación de expuestos y no expuestos se eleva a mayor peso.

### 3. Análisis multivariado.

En este análisis se introdujeron del modelo multivariado para evaluar el riesgo de tener hemoglobina glucosilada superior al 7%, se introdujeron las siguientes variables: Exposición al frío, edad, antigüedad laboral, el IMC, forma de pago y turno.

Las únicas variables que resultaron significativas fueron la exposición al frío y la edad.

Como se puede observar la exposición al frío se incrementa 8 veces la probabilidad de tener hemoglobina glucosilada alta y la edad incrementa 1.1 veces la probabilidad de tener hemoglobina glucosilada alta.

**Tabla 12 Factores de riesgos asociados a una Hemoglobina Glucosilada de más de 7%**

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Razón de Momios	I.C. 95%	
							Inferior	Superior
Exposición al frío	2.127	1.124	3.578	1	<b>.059</b>	8.387	0.926	75.969
Edad	.108	.054	4.013	1	<b>.045</b>	1.114	1.002	1.238
Constante	-7.183	2.768	6.732	1	.009	.001		

## VII. DISCUSION Y CONCLUSIONES.

Este estudio de tesis fue realizado con el objetivo, de comparar las variaciones de glucosa en sangre en trabajadores sometidos a temperaturas menores a menos de 20 grados centígrados en cámaras de refrigeración y aun grupo de trabajadores no expuestos a este factor en el centro de distribución de productos congelados. Sobre la asociación de niveles de glucosa en relación a tipo de jornada laboral, ingesta calórica, rotación de turno, no influyeron significativamente sin embargo hubo otros variables que mostraron grandes datos de información confirmados estadísticamente para el estudio de variaciones del nivel de glucosa en trabajadores dedicados a la industria para la conservación de los alimentos en cámaras frigoríficas (cadena de frío).

La falta de asociación estadística puede atribuirse a diversas situaciones metodológicas, como el tamaño de la muestra.

Uno de los primeros aspectos que se planteo en la hipótesis general, en un inicio fue que a mayor tiempo de exposición física en cámaras de congelación, aun con equipo de protección personal se modifica el nivel de glucosa, este dato fue lo que yo había observado durante el tiempo que llevo laborando en la empresa y tomado como dato comparativo en los trabajadores expuestos, ya que anualmente en la empresa de conservación de alimentos en cámaras frigoríficas tratan de cumplir con las normas que solicita la SAGARPA y la Secretaria de Salud en su apartado practicas de buena higiene, se les practica Examen de Química Sanguínea de 6 elementos, Biometría Hemática completa, Exudado Faríngeo con antibiograma, Reacciones Febriles, VDRL; Examen General de Orina. Los resultados de los trabajadores que nos envía el laboratorio clínico a el departamento de servicio medico de la empresa son interpretados por nosotros los médicos y se entrega de forma individual a el trabajador para dar información, corrección, sugerencia y tratamiento en caso de necesitarlo, de ahí salió mi observación y duda sobre esta variaciones de nivel de glucosa que a pesar de llevar acabo el ayuno pertinente que se necesita para proceder a la toma de muestra del trabajador seguían con estas variaciones anuales, afortunadamente contamos con este archivo de datos y mediante ello se logro obtener esta comparación, y para confirmar aun mas estas variaciones en el año 2011 se solicito hemoglobina glucosilada en sangre a estos mismos trabajadores que se venía observando la variación de glucosa con el aumento de los años, y que efectivamente la hemoglobina glucosilada A1c (HbA1c) se utiliza para monitorear el control de la glucosa a largo plazo en los pacientes que sufren variaciones de glucosa sanguínea, o padecen Diabetes, ofrece una visión general de cuán bien se ha controlado la glucosa en los últimos 2 a 3 meses. El análisis evalúa la cantidad de hemoglobina glucosilada en la sangre. La hemoglobina es la proteína que transporta oxígeno y está presente en los glóbulos rojos. Las proteínas y el azúcar se unen naturalmente y en las personas que no tienen un buen control, la cantidad de azúcar en la sangre es mayor, por lo que suelen tener un porcentaje mas elevado de HbA1c en la sangre, Como el azúcar queda adherida a la hemoglobina durante la vida del glóbulo rojo (aproximadamente 120 días) utilizan este análisis para determinar el nivel promedio de azúcar en la sangre de una persona durante ese tiempo. De igual forma el ambiente térmico puede

suponer un riesgo a corto plazo, cuando las condiciones son extremas (ambientes muy fríos) originando inconfort térmico. El hombre necesita mantener la temperatura de sus órganos vitales dentro de unos márgenes muy estrechos, debido a que las numerosas y complicadas reacciones metabólicas que se desarrollan en su organismo, y de las que depende su vida, deben realizarse en unas condiciones de temperatura con un margen muy estrecho, para que los rendimientos de las mismas sean óptimos. Lo que ya se conoce son los síntomas o signos característicos de la exposición a este agente físico ya que el cuerpo humano reacciona cuando se le somete a un ambiente térmico de frío intenso (contacto con agua muy fría, trabajos en cámaras frigoríficas industriales, etc.) produciéndose la hipotermia, puesta de manifiesto por una contracción de los vasos sanguíneos de la piel con el fin de evitar la pérdida de la temperatura basal. Como consecuencia de ello los órganos más alejados del corazón, las extremidades, son los primeros en acusar la falta de riego sanguíneo, además de las partes más periféricas del cuerpo (nariz, orejas, mejillas) más susceptibles de sufrir congelación, otros síntomas siguen a la exposición prolongada al frío (dificultad en el habla, pérdida de memoria, pérdida de la destreza manual, shock e incluso muerte). Si esto sucede y se manifiesta en el organismo de forma sintomático, que sucede a nivel celular si el organismo tiene una respuesta metabólica al trauma por hipotermia, el consumo de oxígeno disminuye gradualmente debido a la temperatura corporal central que va en descendiendo, también aparece un enlentecimiento enzimático generalizado. Es frecuente encontrar hiperglucemia en los pacientes hipotérmicos, debida a la disminución de la liberación de insulina pancreática, al bloqueo de su acción periférica y al aumento de la gluconeogénesis por acción de los mecanismos termorreguladores.

A medida que progresa la hipotermia el sodio tiende a disminuir y el potasio a aumentar, supuestamente debido a la disminución de la actividad enzimática de la bomba sodio-potasio de la membrana celular. El potasio aumenta aún más durante el recalentamiento, secundario al intercambio iónico  $K^+/H^+$  provocado por la acidosis metabólica en desarrollo en la periferia insuficientemente perfundida. Es importante tener en cuenta que las concentraciones corporales totales de  $Na^+$  y  $K^+$  pueden estar cerca de la normalidad y que puede ser necesaria la determinación frecuente de los niveles de electrolitos durante el recalentamiento. El edema observado en la hipotermia es secundario al agua intravascular que sigue al sodio fuera del espacio intravascular.

En relación a la hipótesis específica en cuanto mayor cantidad de glucosa en sangre, mayor será su contribución a la aparición de cambios metabólicos proteicos, este dato es analizado en la determinación de hemoglobina glucosilada que efectivamente resulto elevada en trabajadores con mayor tiempo de exposición en años al agente físico del frío. Como se menciona en la hipótesis general a mayor concentración de nivel de glucosa, mayor será la manifestación o daño proteico, Teóricamente estos pacientes suelen tener una hemoglobina y un hematocrito alto fundamentado por efecto de la hemoconcentración, conocida como diuresis por frío y la contracción esplénica y hepática, también se ha observado alteraciones de las diferentes líneas celulares tanto en la formula roja, blanca como en las plaquetas.

En relación a la hipótesis a mayor tiempo de exposición, mayores niveles de glucosa, estadísticamente nos muestra que efectivamente trabajadores expuestos al factor físico del frío por tiempos prolongados y años de trabajo se observan variaciones de los niveles de glucosa sanguínea, esta misma variación se observa en los niveles de hemoglobina glucosilada. El comentario verbal que hacen los trabajadores que están expuestos a este factor en la empresa de conservación de productos congelados en cámaras de congelación, al proporcionarles sus resultados anuales de glucosa en sangre y decirles que el nivel de glucosa varía en relación a los años anteriores les genera angustia, y manifiestan su duda o pregunta que si esto con el tiempo les podrá desencadenar alguna enfermedad como la diabetes. Teóricamente se sabe que la diabetes mellitus hasta la actualidad tiene su origen en condiciones o alteraciones genéticas, receptores de la insulina, pero que existen otros factores adicionales que pueden contribuir a la aparición de estos, entre ellos la obesidad y para llegar a la obesidad depende de ciertos desordenes o desequilibrios en las leyes de la alimentación.

En relación a la hipótesis de: Trabajadores durante el turno nocturno, como los que laboran a destajo tendrán mayores niveles de glucosa; estas hipótesis resultaron no satisfactoria estadísticamente probablemente a el tamaño de la muestra, ya que yo consideraba que podrían influir estas dos variables en los niveles de glucosa sanguínea justificando que el trabajar en un turno nocturno altera los ciclos circadianos por ende metabólicamente y el sistema endocrino por la funciones glandulares liberadas durante la fase del sueño, y el trabajador que labora a destajo esta mas expuesto a al factor físico del frío por que a mayor producción laboral mayor será su remuneración económica, sin embargo podría estar influyendo que este trabajador tome sus tiempos de descongelamiento como lo marca las organizaciones internacionales como la ISO (Internacional Standard Organización) y organizaciones gubernamentales como la ACGIH (American Conference of Governmental Hygienists), la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo) y las normas oficiales Mexicanas que establecieron parámetros de evaluación y control de riesgos de estrés por frío.

En conclusión se ha visto que las variaciones en el nivel de glucosa en trabajadores expuestos a temperaturas abatidas en cámaras de congelación de productos congelados aun con equipo de protección personal se enfrentan a un serio problema de salud, si no llevan acabo las medidas de seguridad que marcan las diversas instituciones internacionales y nacionales encargadas de normar las medidas preventivas, obligaciones, de los dueños de las empresas con sus trabajadores, En México existe un abismo muy grande en relación a las empresas que exponen a los trabajadores a este agente físico y que la falta de investigación científica enfocada en esta área de trabajo dificulta aun mas el crear programas de salud enfocadas a medidas preventivas o ofrecer mejores condiciones de trabajo a esta población laboral. En el ámbito laboral hay numerosos empleos que implican la realización de tareas en ambientes fríos, de origen natural o artificial, los trabajadores que están más expuestos al riesgo del frío son los que forman parte de colectivos que ejercen su actividad al aire libre (construcción, agricultura, puestos de venta en exteriores, guardas forestales, plataformas marinas, etc.), en puestos específicos de empresas

dedicadas a la alimentación (cámaras frigoríficas, cajas de cobro situadas cerca de las puertas de salida, etc.) o en otras industrias agroalimentarias (mataderos, almacenes fríos, cámaras frigoríficas, mantenimiento de instalaciones en estos recintos, etc.). Lo cual puede generar riesgos graves para la salud.

Se menciona que en México con la normas oficiales de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) organismo encargado de crearla y regularla, fue en el año de 1993 donde se aborda el tema de las temperaturas abatidas, este tema esta siendo abordado por organismos internacionales de normalización y gubernamentales en los países desarrollados, en México solo las normas oficiales Mexicanas, es la que da las recomendaciones generales con respecto al tema propuesto, por ello los métodos de control y evaluación de trabajos en ambientes fríos, pueden prevenir los riesgos a la salud ocasionados por trabajos en esta condiciones.

Por lo tanto, esta tesis arroja datos importantes en lo que concierne al tema de variaciones en el nivel de glucosa central a trabajadores expuestos a temperaturas de menos 28 grados centígrados en cámaras de congelación, así como la relación en tiempo, años de exposición, y la relación de el peso corporal de el trabajador expuesto a este agente físico.

Así mismo como se muestra en la tabla del análisis multivariado, las variables de exposición al frio y la edad son factores determinantes en la variación de niveles de glucosa justificados por las concentraciones altas de hemoglobina glucosilada.

Estos resultados abren la necesidad de la continuación de investigaciones en este temas enfocados a esta área industrial, donde queda mucho por explorar, siendo la parte del sistema inmunológico del organismo expuesto al frio, marcadores celulares liberados tempranamente como señal de daño etc. Las futuras investigaciones seguirán aportando y profundizando aún mas, para así disminuir el riesgo laboral, en beneficio de preservar y lograr mejores condiciones del macro y microambiente laboral.

## VIII. RECOMENDACIONES.

Para establecer una serie de recomendaciones que ayuden a mejorar un programa preventivo, intervención y seguimiento a la exposición al agente físico de las temperaturas abatidas y mejorar las condiciones de salud, nutrición o aporte calórico adecuado a la actividad laboral desempeñada en este lugar de trabajo disminuyendo los diferentes alteraciones de sobrepeso y/o obesidad; Partiendo del conocimiento de su conceptualización, causalidad, efectos y consecuencias de este, quisiera resumirlo tomando en cuenta lo que proponen algunos de los organismos del trabajo que plantean puntos definidos para realizarlo.

En cuanto a organizaciones internacionales como la ISO (Internacional Standard Organización) y organizaciones gubernamentales como la ACGIH (American Conference of Governmental Hygienists) establecieron parámetros de evaluación y control de riesgos de estrés por frío, tomando en cuenta las normas siguientes; ISO 8996 "Ergonomía" Determinación del calor metabólico; ISO 9920 "Ergonomía" Estimación de las características térmicas de las ropa. En la primera norma, nos ayuda a determinar empíricamente el calor metabólico producido al realizar o no, alguna actividad determinada; y la segunda, nos da los valores que posee cada una de la ropa o vestido, gracias a este valor que nos da la resistencia térmica al vestido, que es utilizada a la vez para determinar el conjunto de ropa aislante necesaria para proteger a una persona en condiciones ambientales frías. ISO 7726 Ambientes térmicos, instrumentos y métodos para evaluar magnitudes físicas, en donde se realizan medición de estos parámetros. ISO 11079/93 Evaluación de ambientes fríos, determinación de aislamiento requerido necesario en el vestido (IREQ), además de determinar los tiempos límites de exposición, tiempos necesarios para pausa y descanso, nivel de tensión por frío que sufre la persona a través del análisis de la ecuación del balance térmico y sus variables.

La OIT (Organización Internacional del Trabajo) en la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo de 1995 y la INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo). NTP n° 462. "Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales" donde nos enseñan que esta exposición depende fundamentalmente de la temperatura del aire y de la velocidad del aire, y el enfriamiento del cuerpo o de los miembros que quedan al descubierto puede originar hipotermia o su congelación. Es relativamente desconocido el sistema de valorar la magnitud del riesgo que supone el trabajo en ambientes fríos por lo que en este documento informa de la tendencia actual al respecto, proporcionando una herramienta, que aunque todavía no es objeto de Norma.

Estas normas que han establecido las organizaciones internacionales deben de ser llevadas a cabo como lo marcan en cada un de sus apartados en todas las naciones y ser aplicado en las empresas que se dedican y exponen a los trabajadores a este factor físico. Sin embargo en México es un tema nuevo en donde hay mucho donde investigar, ya que no se cumplen con estos estándares de calidad y normas o en muchas ocasiones se improvisan tanto las áreas físicas, equipos de protección personal o se exige físicamente mas trabajo, sin importar el tiempo de exposición. Sin embargo al no cumplir con lo

que marcan las normas internacionales sobre los riesgos que pueden ocasionar las exposiciones indebidas al frío pueden aparecer daños.

Por ello deben de llevarse a cabo las siguientes recomendaciones en los centros de trabajo que están expuestos a este factor térmico del frío.

Medidas de protección.

Para conservar la destreza manual para evitar accidentes, se requiere una protección especial de las manos.

1. °- Si hay que realizar trabajos de altas exigencias en precisión con las manos al descubierto durante más de 10-20 min. en un ambiente por debajo de los 16° C, se deberán tomar medidas especiales para que los trabajadores puedan mantener las manos calientes, pudiendo utilizarse para este fin chorros de aire caliente, aparatos de calefacción de calor radiante (quemadores de fuel-oil o radiadores eléctricos ) o placas de contacto calientes. A temperaturas por debajo de -1° C, los mangos metálicos de las herramientas y las barras de control se recubrirán de material aislante térmico.

2. °- Si la temperatura del aire desciende por debajo de los 16° C para trabajos sedentarios, 4° C para trabajos ligeros y -7° C para trabajos moderados, sin que se requiera destreza manual, los trabajadores usarán guantes. Para impedir la congelación por contacto, los trabajadores deben llevar guantes anti contacto.

3. °- Cuando estén al alcance de la mano superficies frías a una temperatura por debajo de los -7° C, el encargado de la sección o el supervisor deberá avisar a cada trabajador para que evite que la piel al descubierto entre en contacto con esas superficies de manera inadvertida.

4. °- Si la temperatura del aire es -17,5° C o menos, las manos se deben proteger con manoplas. Los mandos de las máquinas y las herramientas para uso en condiciones de frío deben estar diseñadas de manera que se puedan manejar o manipular sin quitarse las manoplas.

5. °- Si el trabajo se realiza en un medio ambiente a, o por debajo de 4° C, hay que proveer protección corporal total adicional. Los trabajadores llevarán ropa protectora adecuada para el nivel de frío y la actividad física.

6. °- Apantallar el puesto de trabajo o usar una prenda exterior de capas cortaviento fácil de quitar, cuando la velocidad del aire en el lugar de trabajo sea aumentada por el viento, corriente o por equipos de ventilación artificial.

7. °- Si el trabajo en cuestión solamente es ligero y la ropa que lleva puesta el trabajador puede mojarse en el lugar de trabajo, la capa exterior de la ropa que se use puede ser de tipo impermeable al agua. Con trabajo más fuerte tales condiciones, la capa exterior debe ser hidrófuga, debiendo el trabajador cambiarse de ropa exterior cuando ésta se moje. Las prendas exteriores han de permitir una fácil ventilación con el fin de impedir que las capas internas se mojen con el sudor.

8. °- Si no es posible proteger superficialmente las áreas expuestas del cuerpo para impedir la sensación de frío excesivo o congelación, se deben proporcionar artículos de protección con calorífuga auxiliar.

9. °- Si la ropa de que se dispone no dispensa protección adecuada para impedir la hipotermia o la congelación, el trabajo se modificará o suspenderá

hasta que se proporcione ropa adecuada o mejore las condiciones meteorológicas.

### **Condiciones ambientales de los lugares de trabajo.**

En el se hace referencia a las condiciones de temperatura y humedad que deben reunir los locales de trabajo.

Estos niveles son criterios de confort condicionados a las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

– La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17° y 27° C.

– La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14° y 25°C.

– La humedad relativa estará comprendida entre 30 y 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática.

– Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites: trabajos en ambientes no calurosos, 0,25m/s, trabajos sedentarios en ambientes calurosos, 0,5 m/s y trabajos no sedentarios en ambientes calurosos, 0,75m/s. Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

– A efectos de la aplicación de las anteriores prescripciones deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado.

Cuando la temperatura y/o humedad excedan los valores anteriores, o, sin ser las condiciones ambientales tan extremas, el trabajo sea de tipo medio o pesado o se den ambas circunstancias, se deberá evaluar el riesgo de estrés térmico por calor.

### **Medidas preventivas.**

1. Cuando el frío no se puede eliminar debido a causas climatológicas o al proceso de trabajo, siempre hay que evaluar este riesgo para saber si es aceptable para la salud de las personas que están expuestas o qué medidas hay que implantar para reducirlo a niveles que no representen un peligro. Las temperaturas inferiores a 15° C pueden generar falta de confort, principalmente, en los trabajos sedentarios o de carga ligera, mientras que una exposición prolongada a temperaturas que estén por debajo de los 10° C puede ocasionar daños para la salud.

2. Medir periódicamente la temperatura y la velocidad del aire, puesto que estos dos factores son los que más influyen en el riesgo de estrés por frío.

3. Disminuir el tiempo de permanencia en ambientes fríos para minimizar la pérdida de calor y controlar el ritmo de trabajo, de manera que la carga

metabólica sea suficiente y no se supere un valor que genere una sudoración excesiva que humedezca la ropa interior.

4. Seleccionar la vestimenta adecuada para cada trabajo y proteger las extremidades para evitar el enfriamiento localizado. El calzado debe ser aislante y antiderrapante. Del mismo modo, hay que asegurar una buena protección térmica para la cabeza como, por ejemplo, usando gorros o cascos con doble aislamiento. Una persona puede llegar a perder hasta el 50% del calor corporal por la cabeza.

5. Es preferible usar varias prendas de ropa (vestirse por “capas”) que una sola que sea muy a brigada. La ropa interior debe ser aislante para ayudar a mantener la piel seca.

6. Tener en cuenta que las herramientas o los equipos de trabajo se deben poder utilizar con las manos protegidas con guantes o mitones.

7. Facilitar a los trabajadores lugares de descanso climatizados y la posibilidad de tener acceso a comida y bebidas calientes para recuperar energía calorífica, al igual que un espacio destinado a secar la ropa (secaderos) donde también se pueda almacenar la ropa de recambio. La sustitución de la ropa húmeda evita la congelación del agua y la consiguiente pérdida calorífica que se genera para contrarrestar el frío.

8. Tener en cuenta que el pavimento resista las bajas temperaturas, con el fin de evitar resbalones o caídas de los trabajadores y mantenerlo bien conservado, impidiendo la formación de agujeros, brechas o desniveles que puedan favorecer los accidentes.

9. Incorporar sistemas de ayuda en la manutención manual de cargas que permita reducir la carga física de trabajo (carretillas manuales o automotoras, cintas transportadoras, etc.).

10. Evitar que personas solas realicen trabajos que pueden resultar peligrosos y planificar las tareas priorizando el trabajo en compañía.

11. Informar a las personas que trabajan de los riesgos específicos asociados a trabajos en ambientes fríos y facilitar formación adaptada a los puestos de trabajo y a la naturaleza de las tareas que se efectúan.

12. Poner a disposición de los trabajadores documentación con las recomendaciones de seguridad de los puestos con más riesgos (carteles, avisos, folletos).

13. Realizar los reconocimientos médicos previos, con el fin de detectar disfunciones circulatorias, problemas dérmicos, etc.

14. Trabajos en cámaras frigoríficas. Respetar, como mínimo, los periodos de descansos establecidos por la legislación. Para trabajos realizados a una temperatura de 0 a -5° C, el tiempo de máxima permanencia es de 8 horas, con descansos de 10 minutos cada tres horas. Para temperaturas de -5° C a -10° C, el tiempo de máxima permanencia es de 6 horas, con descansos de 15 minutos cada hora. Por debajo de los 18° C, el tiempo de máxima permanencia es de 6 horas, con descansos de 15 minutos cada 45.

15. Permitir la apertura de las cámaras desde el interior en cualquier momento que sea preciso.

16. Prever un sistema de alarma, sonora o luminosa, que permita dar la señal de alarma en el caso de que se produzca un accidente e informar de ello a los trabajadores.

17. Verificar periódicamente los dispositivos de seguridad como son: los sistemas de alarma, los avisadores de las puertas, etc. y arreglar o sustituir los elementos defectuosos al momento de detectarlos.

18. Facilitar carretillas de manutención de carga que estén adaptadas al trabajo en cámaras frías y que dispongan de una cabina con calefacción.

La Norma Mexicana NOM-15-STPS-2001. Condiciones térmicas elevadas o abatidas- (condiciones de seguridad e higiene). Tiene como objetivo establecer las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas extremas, que por sus características, tipo de actividades, nivel tiempo y frecuencia de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores. Esta norma aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en las que exista exposición de los trabajadores a condiciones térmicas, provocadas por fuentes que generen que la temperatura corporal de los trabajadores sea inferior a 36 grados centígrados o superior a 38 grados centígrados. Tiene referencia con la Norma mexicana NOM-017-STP-2001. Equipo de protección personal-selección uso y manejo en los centros de trabajo. Es de suma importancia saber que dentro de las obligaciones del patrón es informar a los trabajadores de los riesgos de trabajo por exposición a temperaturas extremas, determinar el tiempo de exposición de los trabajadores, considerando el tipo de condición térmica extrema a la que se exponga. Proporcionar el equipo de protección personal, señalar y restringir el acceso a las áreas de exposición a condiciones térmicas extremas. Proporcionar capacitación y adiestramiento al personal potencialmente expuesto en materia de seguridad e higiene, donde se incluyen los niveles máximos permisibles y las medidas de control establecidas. Llevar a cabo la vigilancia a la salud del personal ocupacionalmente expuesto que emita la Secretaría de Salud. Las obligaciones del personal ocupacionalmente expuesto deben de participar en las actividades de capacitación y adiestramiento en materia de seguridad e higiene establecidas por el patrón, someterse a exámenes médicos para valorar los riesgos a la salud, con motivo de la exposición a condiciones térmicas extrema. En caso de tener síntomas de aumento o decremento de su temperatura corporal debe de notificarlo al patrón. Para el reconocimiento se deberá de elaborar una relación del personal ocupacionalmente expuesto, incluyendo, áreas, puestos de trabajo, tiempos y frecuencia de la exposición, describir las actividades y los ciclos de trabajo que realiza en cada puesto de trabajo. En cuanto a la evaluación se deberá de medir la temperatura axilar al inicio y termino de cada ciclo de exposición, en el control los patrones deben de adoptar medidas preventivas inmediatas que garanticen que no se sigan presentando este tipo de exposiciones tomando en consideración lo siguiente: Las características fisiológicas de los trabajadores expuestos, el régimen de trabajo, nivel, tiempo, frecuencia de la exposición; las características de los lugares donde se realiza el trabajo, las características del proceso, las características de las fuentes, las condiciones climatológicas del lugar, por área geográfica, y estacionalidad. Los trabajadores que por primera vez vayan a ser expuestos a condiciones térmicas deben de contar con un periodo continuo mínimo de aclimatación de 6 días iniciando con el 50% de la exposición total permisible el sexto día y deben de ser registrados en el informe de evaluación.

Las medidas de control del riesgo de exposición a bajas temperaturas dependerán en gran medida de la situación de frío intenso en instalaciones especiales (cámaras frigoríficas) o situaciones de riesgo moderado. En cualquier caso, las características de la situación a las que hay que prestar más atención son la actividad física del trabajador y la velocidad del aire. En general, es necesario controlar el tiempo de exposición en las situaciones de alto riesgo, que el tipo de vestido sea el adecuado al nivel de frío y a la actividad física. La prevención de riesgos en lugares de trabajo. Disponer de lugares de descanso climatizados. Que los trabajadores tengan acceso a bebidas calientes. Organización de las tareas y diseño de las máquinas y herramientas de forma que faciliten el trabajo. Vigilancia sanitaria para detectar síntomas precoces. Disponer que las cámaras frigoríficas deban de contar con sistemas de seguridad y de vigilancia adecuados que faciliten la salida rápida del trabajador en caso de emergencia. La legislación establece periodos de descanso en la jornada laboral de los trabajadores empleados en cámaras frigoríficas y de congelación, a fin de permitir la recuperación del organismo expuesto al frío intenso, con arreglo al siguiente esquema:

**Tabla 1 Exposición a condiciones térmicas abatidas  
Límites máximos permisibles de**

Temperatura en °C	Exposición máxima diaria
De 0 a menos 18	8 horas
Menores de menos 18 a menos 34	4 horas; sujeto a periodos continuos de exposición de una hora; después de cada exposición, se debe de tener un tiempo de no exposición al menos igual al tiempo de exposición.
Menores de menos 34 a menos 57	1 hora sujeto a periodos continuos máximos de 30 minutos; después de cada exposición, se debe de tener un tiempo de no exposición al menos 8 veces mayor que el tiempo de exposición
Menores de menos 57	5 minutos

Secretaría del Trabajo y Previsión Social

Observamos que esta norma no ha tenido modificaciones desde su creación hacia con los cambios que se van generando llámese, cambios sociales, tecnológicos, industriales, y que debe de ir acorde a los cambios que se van presentando, además de que esta enfocada mas hacia las obligaciones y derechos del trabajador, que medidas de protección o alternativas, para dar ese beneficio de protección al trabajador con el cual fueron creadas.

Es recomendable de igual forma que se creen programas de salud en relación a una alimentación balanceada o equilibrada en estos trabajadores, y que haya participación de un especialista en materia de nutrición para que sea el encargado de calcular la cantidad de calorías necesarias, proporcionar una relación de alimentos o menú a el personal que se encarga de preparar estos y así cumplir con los criterios de la alimentación con el fin de evitar los problemas de sobrepeso y obesidad.

Los exámenes médicos de laboratorio clínico que se realizan de forma anual en la empresa, se deberán continuar realizando, no solo que su fundamento sea por lo que dicta la SAGARPA por ser centros de certificación de calidad de carnes, si no por el lado preventivo al factor físico al que están expuestos los trabajadores, inclusive sugerir a la gerencia general de la empresa que se realice una química sanguínea de 27 elementos en lugar de la química sanguínea de 6 elementos que vienen realizándose con el objetivo de hacer un monitoreo de salud mucho mas completo.

La empresa deberá de contar con el área física y lo necesario de equipo o material, para llevar acabo el descongelamiento del o los trabajadores que están expuestos al agente físico del frio como lo indican las normas de las organizaciones internacionales.

También es necesario tomar en cuenta las condiciones de salud de los trabajadores a su ingreso a la empresa, para evitar la contratación de aquellos que tienen factores de riesgo para llevar acabo este tipo de trabajo.

Las empresas que reclutan o contratan personal por medio de agencias, se deberá de exigir que cumplan con el requisito de la valoración médica de ingreso.

Así mismo aquellos trabajadores que tengan más de 5 años de antigüedad laboral en la misma área y/o departamento y estén expuestos de forma directa al agente físico del frio, o se observe alteraciones por exploración medica clínica o exámenes de laboratorio clínico deberán de rotarlo de área a donde no estén en contacto con el agente físico por lo menos un año, para evitar las exposiciones prolongadas, que afecten el estado de su salud.

El servicio medico de la empresa deberá de fomentar junto con el departamento de capital humano actividades deportivas para con los trabajadores y de esta manera evitar el sedentarismo.

Servicio medico y capital humano deberán de generar pláticas educativas en la prevención de adicciones, principalmente dirigido hacia el consumo de cigarro.

La información medica visual por medio de periódico mural, carteles, dentro de la empresa, deberá generarse de forma mensual para que constantemente se den a conocer temas de salud con el objetivo de impactar en el trabajador en este rubro.

## IX. BIBLIOGRAFIA.

1. Bartolomé, L. (2000). *Ergonomía dos, Confort y estrés térmico*. España: Ediciones UPC y Alfa Omega
2. Barranco, F. (1999). *Principios de urgencias y emergencias y cuidados intensivos*. España: Uninet.
3. Estructoplan consultora, Estructoplan.com.ar. [en línea] Mendaza Pedro Luna, *Estrés por Frio, Evaluación de las exposiciones laborales* (2ª Parte
4. Falagan Rojo Manuel Jesús (2001) *Higiene industrial Aplicada*. España: Fundación Fernández Velazco.
5. Guyton, A. (2006) *Tratado de fisiología medica*, México D.F: Interamericana.
6. Holmer, I.; Grandberg; P. (2001) *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo-Capitulo 42-Calor y Frio*- OIT (Organización Internacional del Trabajo)
7. Islas S. (1993) *Diabetes Mellitus*; México: Interamericana.
8. Lawrence M. (2004). *Medical Diagnosis and Treatment*. U.S.A. Mc Graw Hill.
9. Mendez Diez F. (2009) *Higiene Industrial*, Argentina: Lexnova
10. Ministerio de trabajo y asuntos Sociales. Instituto nacional de seguridad e Higiene en el trabajo. Mtas.es. [en línea]. Mendaza, Pedro Luna. NTP N° 462- Estrés por frio: Evaluación de las Exposiciones laborales. España. < [www.mtas.es/insht/ntp/ntp/\\_462.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp/_462.htm)>1
11. OSHA (Occupational Safety & Health administration)- Department of Labor.Osha.gov[en línea]- Carteleria 3158 en Español. Estados unidos de Norteamérica
12. Robinson H. (2000) *Nutrición básica y Dieto terapia*, La prensa medica Mexicana; 2ª edición.

## ANEXOS.

No. \_\_\_\_\_

### CUESTIONARIO DE CONDICIONES DE TRABAJO Y SALUD-ESTUNAM

1. Centro de Trabajo: \_\_\_\_\_ 2. Rama: \_\_\_\_\_  
 3. Nombre (iniciales) \_\_\_\_\_ 4. Sexo: (Masc) (Fem) 5. Edad (años): \_\_\_\_\_  
 6. Edo. Civil: \_\_\_\_\_ 7. Escolaridad: \_\_\_\_\_  
 8. Área: \_\_\_\_\_ 9. Puesto: \_\_\_\_\_  
 10 Antigüedad en el trabajo (años): \_\_\_\_\_ 10. Antigüedad en el puesto (años): \_\_\_\_\_  
 12. Turno: Mañana ( ) Tarde ( ) Noche ( ) Rotación ( ) 13- Contrato: Eventual ( ) Base ( ) Confianza ( )

- **TODA LA INFORMACIÓN QUE USTED PROPORCIONE ES CONFIDENCIAL.**
- **LA INFORMACION PERSONAL NO SERA ENTREGADA A LA ADMINISTRACION.**
- **ESTA INFORMACIÓN ES IMPORTANTE PARA MEJORAR SU TRABAJO.**
- **POR FAVOR TRATE DE CONTESTAR LO MAS CERCANO A SU SITUACION LABORAL.**

**14. POR FAVOR INDIQUE QUE TAN FATIGADO (CANSADO) SE SIENTE EN ESTE MOMENTO**  
**1 significa "No estar fatigado" y 6 "Estar muy fatigado", O VALORES INTERMEDIOS DE FATIGA**

1	2	3	4	5	6
"No fatigado en absoluto"	←—————→				"Estar n fatigado"

**LA RESPUESTA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS VA DEL 1 AL 6, 1 significa lo menos importante y 6 lo más importante, los otros números indican valores intermedios.**

**LEA CUIDADOSAMENTE CADA PREGUNTA SOBRE SU ESTABILIDAD LABORAL, MARQUE CON UNA X DURANTE EL ÚLTIMO AÑO:**

21. ¿Qué tan estable es su empleo?	1. Estable y regular	2. Es Temporal	3. Hay despidos frecuentes	4. Es temporal y hay muchos despidos frecuentes
22. ¿Con qué frecuencia estuvo en una situación cercana a que le despidieran?	1. No estuve en esa situación	2. Pocas Veces	3. Algunas veces	4. Frecuentemente
23. ¿Qué tan probable es que usted pierda su empleo en los próximos dos años?	1. Nada Probable	2. Poco probable	3. Algo probable	4. Muy probable

1	2	3	4	5	6	
"Es una de las cosas menos importantes"	←—————→				"Es la cosa más importante de mi vida"	
15. ¿Qué tan importante y significativo en tu vida es el trabajo?	1	2	3	4	5	6
16. ¿Qué tan importante y significativo en tu vida es tu familia?	1	2	3	4	5	6
17. ¿Qué tan importante y significativo en tu vida es participar en actividades de tu comunidad?	1	2	3	4	5	6
18. ¿Qué tan importante y significativo en tu vida es realizar alguna actividad física o deporte?	1	2	3	4	5	6
19. ¿Qué tan importante y significativo en tu vida es estar con los amigos?	1	2	3	4	5	6
20. ¿Qué tan importante y significativa en tu vida es la religión?	1	2	3	4	5	6

**LAS SIGUIENTES PREGUNTAS SON PARA PERSONAS QUE CONVIVAN CON ALGUIEN (PAREJA, HIJOS, PADRES...)**

**SI VIVE SOLO O SOLA, NO LAS CONTESTE**

24. ¿Qué parte del trabajo familiar y doméstico haces tú?	
-Hago la mayor parte de las tareas familiares y domésticas	4
-Hago aproximadamente la mitad de las tareas familiares y domésticas	3
-Hago más o menos una cuarta parte de las tareas familiares y domésticas	2
-Sólo hago tareas muy puntuales	1
-No hago ninguna o casi ninguna de estas tareas	0

**ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS PREGUNTAS SOBRE SU TRABAJO EN CASA:**

4 Siempre	3 Muchas veces	2 Algunas Veces	1 Solo alguna vez	0 Nunca
25. Si faltas algún día de casa, ¿Las tareas domésticas que realizas se quedan sin hacer?				
4	3	2	1	0
26. Cuando estás en la empresa, ¿Piensas en las tareas domésticas y familiares?				
4	3	2	1	0
27. ¿Hay momentos en los que necesitarías estar en la empresa y en casa a la vez?				
4	3	2	1	0

**ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS PREGUNTAS SOBRE SU TRABAJO:**

1 No, Estoy Totalmente en Desacuerdo	2 Estoy en Desacuerdo	3 Estoy de Acuerdo	4 Si, Estoy Totalmente de Acuerdo
28. En mi trabajo necesito aprender cosas nuevas			
1	2	3	4
29. Mi trabajo implica muchas actividades repetitivas (que se repiten)			
1	2	3	4
30. Para mi trabajo tengo que ser creativo(a) (proponer cosas nuevas)			
1	2	3	4
31. En mi trabajo puedo tomar muchas decisiones por mi mismo(a)			
1	2	3	4
32. Mi trabajo requiere de mucha habilidad (conocimiento, experiencia)			
1	2	3	4
33. Tengo mucha libertad para decidir cómo hacer mi trabajo			
1	2	3	4
34. Existe variedad (son distintas) en las actividades que realizo en mi trabajo			
1	2	3	4
35. Mis opiniones cuentan mucho en mi trabajo			
1	2	3	4
36. En mi trabajo tengo la oportunidad de desarrollar mis propias habilidades			
1	2	3	4
37. Mi trabajo es aburrido			
1	2	3	4
38. Tengo que trabajar muy rápido			
1	2	3	4
39. Tengo que trabajar muy duro			
1	2	3	4
40. Se me pide que realice una cantidad excesiva de trabajo			
1	2	3	4
41. Tengo suficiente tiempo para terminar mi trabajo			
1	2	3	4
42. La seguridad en mi empleo es buena (es estable)			
1	2	3	4
43. En mi trabajo tengo que responder a ordenes contradictorias, no claras			
1	2	3	4
44. Mi jefe se preocupa del bienestar del personal a su cargo			
1	2	3	4
45. Mi jefe presta atención a lo yo que digo			
1	2	3	4
46. Mi jefe ayuda a que el trabajo se realice			
1	2	3	4
47. Mi jefe es bueno para lograr que se trabaje bien en equipo			
1	2	3	4
48. Mis compañeros de trabajo son competentes para hacer su labor			
1	2	3	4
49. Mis compañeros de trabajo se interesan en mí, como persona			
1	2	3	4
50. Mis compañeros de trabajo son amigables			
1	2	3	4
51. Mis compañeros de trabajo ayudan a que el trabajo se realice			
1	2	3	4
52. Mi trabajo es monótono (es lento y siempre hago lo mismo)			
1	2	3	4

**ELIGE UNA SOLA OPCIÓN PARA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS. SOBRE EL RECONOCIMIENTO A SU LABOR:**

	4	3	2	1	0
	Siempre	Muchas veces	Algunas Veces	Solo alguna vez	Nunca
53. En mi trabajo mis superiores me dan el reconocimiento que merezco	4	3	2	1	0
54. En las situaciones difíciles en el trabajo recibo el apoyo necesario	4	3	2	1	0
55. En mi trabajo me tratan injustamente	0	1	2	3	4
56. Pienso que el reconocimiento por mi desempeño que recibo en mi trabajo es adecuado	4	3	2	1	0

**POR FAVOR INDIQUE COMO REALIZA SUS ACTIVIDADES EN EL TRABAJO**

	Si	No
<b>57: Trabaja de pie</b>		
<b>58: Trabaja sentado</b>		
<b>59: Sube o baja escaleras o rampas</b>		
<b>60: Otra postura: arrodillado, tumbado</b>		
<b>61: Esta siempre en movimiento</b>		
62: Se agacha al trabajar		
63: Se estira al trabajar		
64: Se inclina al trabajar		
65: Se vuelve hacia atrás al trabajar		
66: Sus manos están por encima de la cabeza		
<b>67: Sus codos están a la altura del pecho</b>		
<b>68: Repite movimientos con los dedos</b>		
<b>69: Repite movimientos de barrido</b>		
<b>70: Repite movimientos de atornillado-desatornillado</b>		
<b>71: Repite movimientos de tomar-dejar con las manos</b>		
72: Repite movimientos de tomar-dejar con los dedos		
73: Manejo/levantamiento de cargas		
74: Transporta de cargas		
75: Realiza fuerza		
76: Sostiene cargas con las manos		
<b>77: Sostiene cargas con los dedos</b>		
<b>78: Usa de herramientas vibrátiles</b>		
<b>79: Flexiona o-extiende la mano (al usar herramientas)</b>		
<b>80. Inclina de forma lateral la mano (al usar herramientas)</b>		

INDIQUE SI UN MÉDICO O PSICÓLOGO LE HA DIAGNOSTICADO ALGUNA ENFERMEDADE DURANTE LOS PASADOS 12 MESES.			
Enfermedades	Diagnosticada por un médico o psicólogo		
81. Hipertensión arterial (Presión alta)	Si		No
82. Cardiopatía isquémica (Infarto)	Si		No
83. Diabetes Mellitas	Si		No
84. Colesterol elevado	Si		No
85. Triglicéridos elevados	Si		No
<b>86. Cirrosis hepática</b>	Si		No
<b>87. Asma bronquial</b>	Si		No
<b>88. Bronquitis Crónica</b>	Si		No
<b>89. EPOC</b>	Si		No
<b>90. Alergias</b>	Si		No
91. Osteoartritis	Si		No
92. Lesión de columna lumbar (Lumbalgia, lumbago, ciática)	Si		No
93. Lesión en manos	Si		No
94. Dermatitis-Eczemas	Si		No
95. Enfermedad del renal	Si		No
<b>96. Insuficiencia renal crónica</b>	Si		No
<b>97. Várices</b>	Si		No
<b>98. Sordera</b>	Si		No
<b>99. Fatiga</b>	Si		No
<b>100. Depresión</b>	Si		No
101. Ansiedad	Si		No
102. Migraña	Si		No
103. Insomnio o dificultad para dormir	Si		No
104. Alcoholismo	Si		No
105. Accidentes de tránsito	Si		No
<b>106. Accidente de trabajo</b>	Si		No
<b>107. Violencias</b>	Si		No
<b>108. Gingivitis</b>	Si		No
<b>109. Intoxicación (¿A qué?):</b>	Si		No
<b>110. Úlcera, gastritis, duodenitis</b>	Si		No
111. Cataratas	Si		No
112. Cáncer (¿Cual?):	Si		No
113. Otra enfermedad de importancia ¿Cual?):	Si		No
		<b>Últimos 15 días</b>	
<b>Molestias</b>			
<b>114. Infecciones vías respiratorias,</b>	Si		No
<b>115. Otitis media</b>	Si		No
<b>116. Conjuntivitis</b>	Si		No
<b>117. Infección gastrointestinales</b>	Si		No
<b>118. Gastritis, úlcera, colitis</b>	Si		No
119. Dolor de cabeza intenso	Si		No
120. Dolor de cuello	Si		No
121. Dolor de espalda	Si		No
122. Dolor en mano-muñecas	Si		No
123. Dolor en brazos	Si		No
<b>124. Dolor en piernas</b>	Si		No
<b>125. Dificultad para conciliar el sueño</b>	Si		No
<b>126. Angustia sin razón alguna</b>	Si		No
<b>127. Sentirse estresado</b>	Si		No

**¡Muchas gracias por su participación!**  
Por favor revise si contestó todas las preguntas

