

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**UNIVERSIDAD DE HUELVA - ESPAÑA**



**ANÁLISIS DEL RIESGO LABORAL DEL  
TRABAJO**

**“HIPOXIA HIPOBARICA”**

**SOBRE LOS 3000 m.s.n.m. DE ALTURA**

Tesis de Grado presentada como requisito para la obtención del  
título de **MASTER EN SEGURIDAD INDUSTRIAL, SALUD  
OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE**

**Jaime Vélez Espinosa**

**2007**

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO – ECUADOR  
UNIVERSIDAD DE HUELVA – ESPAÑA**

**Colegio de Postgrados**

**ANALISIS DEL RIESGO LABORAL DEL TRABAJO REALIZADO SOBRE  
LOS 3000 m.s.n.m**

**“HIPOXIA HIPOBARICA”**

**Dr. JAIME M. VÉLEZ E.**

Héctor Leonardo Oña, MD, M.Sc.  
Director de tesis

---

Jose Antonio Garrido Roldan, M.Sc  
Coordinador Académico de la Maestría  
de Seguridad, Salud y Ambiente de la  
Universidad de Huelva y Jurado de Tesis

---

Carlos Ruiz Frutos, Ph.D  
Director de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente  
Universidad de Huelva – España y Jurado de Tesis

---

Luis Vásquez Z., M.D., M.Sc.  
Director de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente  
Universidad San Francisco de Quito y Jurado de Tesis

---

Dr. Enrique Noboa I.  
Decano del Colegio de Ciencias de la Salud

---

Victor Viteri Breedy, Ph.D.  
Decano del Colegio de Postgrados

---

Quito, noviembre del 2007

**DERECHOS DE AUTOR:**

**DR. JAIME MARCELO VELEZ ESPINOSA**

**CI: 1709438939**

**2007**

**DEDICATORIA**

Este trabajo enteramente dedicado a mis Adorados Hijos Carmen Victoria y Julián Alejandro, fuente de mi inspiración y deseos de superación por ofrecerles un futuro mejor a mi amada esposa Beatriz, por su incondicional apoyo, comprensión y paciencia, que solo con el Amor de mujer, esposa y madre lo puede ofrecer. Gracias por atreverse a confiar en mi; es obvio que sin ustedes este sueño no hubiera podido culminar, nunca los defraudaré.

Sencillamente, ustedes, mi adorada familia son la base de mi vida profesional y la razón de mi existencia .

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir adelante de cada tropiezo.

A mis padres Jaime, Isabel y mis hermanos, Mónica, Miguel y Yazmina, cuna de mi formación y valores que desde el inicio de mi vida han sido partícipes de los logros alcanzados y siempre he tenido su apoyo.

A mis suegros Fernando y Nubia, mis cuñadas Patty y Mena, que de una manera indirecta, pero muy valiosa, con su colaboración permitieron el desarrollo y término de esta obra.

Un agradecimiento especial a mi Tía Cecilia Vélez Por su cariño incondicional para mi y mi familia en especial con mi hija Victoria.

A Luis Vásquez Z, Director de la Maestría quien a sabido confiar en mi, esa confianza que ha sobrepasado fronteras, Lucho no te defraudare.

A Jose Garrido en Huelva-España, quien acepta mi decisión de empezar esta nueva profesión lejos de mi Patria y ha sido un apoyo importante en España.

## INDICE

Capitulo 1: Introducción.....	2
1.1. Descripción de la Empresa.....	2
1.2. Problema que se pretende abordar.....	2
1.3. Justificación del Estudio.....	3
1.4. Revisión de la Bibliografía referente al tema.....	3
Capítulo 2: Objetivos.....	6
2.1. Objetivo General.....	6
2.2. Objetivo Específico.....	6
2.3. Objetivos Secundarios (Colaterales).....	7
Capítulo 3: Metodología.....	8
3.1. Población y Muestra.....	8

	<b>7</b>
3.1.1. Población Objeto de Estudio.....	8
3.1.2. Criterios de Inclusión y Exclusión.....	9
3.1.3. Tipo de Muestreo Elegido.....	11
3.1.4. Error Muestral.....	11
3.1.5. Tamaño de la Muestra.....	11
3.2. Tipo de Estudio y Diseño.....	12
3.2.1. Tipo de Diseño de Estudio.....	12
3.2.2. Hipótesis de Trabajo.....	12
3.2.3. Variables a estudiar.....	12
3.3. Material.....	13
3.3.1. Equipos e Instrumentos.....	13
3.3.2. Normas Técnicas.....	14
3.3.3. Humano.....	15
3.3.4. Técnicos.....	15
3.3.5. Transporte.....	16

3.3.6. Oficina.....	16
3.4. Fases del Estudio.....	16
3.5. Diagnóstico Ambiental.....	18
3.5.1. Condiciones Ambiental en la Altura.....	18
3.5.1.1. Ambiente.....	18
3.5.1.2. Modificaciones ambientales producidas por la altura.....	19
3.5.2. Efectos Biológicos en la Altura.....	27
3.5.2.1. Respuesta del Organismo a la Hipoxia...	28
3.5.2.2. Efectos Fisiológicos de la Hipoxia.....	35
3.5.2.3. Consumo Máximo de Oxígeno.....	37
3.5.2.4. Fisiología Cardiovascular.....	40
3.5.2.5. Factores Intrínsecos que modifican la VO <sub>2</sub> máx. en el organismo.....	44
3.5.2.6. Función-Importancia del Oxígeno en el Organismo.....	48
3.6. Enfermedad de Montaña.....	53



3.6.1. Definición.....	53
3.6.2. Clasificación de la MAM.....	54
3.6.2.1. Síntomas y Signos.....	55
3.6.3. Tratamiento.....	58
3.7. Encuesta de Lake Louise.....	61
3.8. Análisis del Riesgo del Trabajo en Altura.....	63
3.8.1. Concepto de Trabajo y Salud.....	63
3.8.2. Riesgo: Identificación-Medición-Evaluación- Control.....	67
3.8.2.1. Identificación.....	67
3.8.2.2. Medición.....	70
3.8.2.3. Evaluación.....	73
3.8.2.4. Control.....	77
Capítulo 4: Resultados.....	88
Gráficos.....	88

Prueba de Hipótesis.....	91
Encuesta Lake Louise.....	92
Limitantes de la Investigación.....	93
Capitulo 5: Discusión.....	94
Capitulo 6: Conclusiones.....	98
Capitulo 7: Recomendaciones.....	100
Glosarios.....	106
Capitulo 8: Bibliografía.....	108
Capitulo 9: Referencias y Anexos.....	119

## RESUMEN

El Ecuador un país sudamericano que posee una variada geografía en su Territorio por el que cruza de su extremo norte a Sur la Cordillera de los Andes.

El acelerado desarrollo de sus actividades agrícolas, mineras, hidrocarburíferas, hídricas, recreativas en la altura implica que la población laboral expuesta en forma intermitente a condiciones de hipoxia hipobárica crezca de forma rápida, sin que se haya destinado el tiempo y los recursos de investigación necesarios para analizar los riesgos tanto laborales como para la salud que esta actividad requiere.

La tolerancia y/o susceptibilidad que las personas presentan a la altura depende de factores individuales aún escasamente definidos.

Se ha observado luego de una revisión exhaustiva de la bibliografía que aun se carece de indicadores confiables y fácilmente aplicables mediante los cuales poder predecir a nivel individual la tolerancia y /o susceptibilidad al desarrollo de una actividad laboral en la altura. Esta investigación se realizó en 16 trabajadores todos ellos de sexo masculino (talla: 1.67 +/- 8cm, peso: 63.7 +/- 12.3 Kg, edad: 28.9 +/- 10 años). Se determino mediante el Test de Karnoven la  $VO_2$  máx. a los 2.800 m.s.n.m como sobre los 3.000 m.s.n.m.

Se excluyeron del estudio a 4 trabajadores por no cumplir con el criterio de permanecer sobre los 3000 mts. por mas de 4 h, por que las necesidades de trabajo en el tramo 3 obligaron a trasladar a los trabajadores en mención a una altura menor de 3000 mts.; condiciones que no se modificaron por representar el día a día de las labores cotidianas.

En Quito a los 2.850 mts. el  $VO_2$  máx. promedio de los trabajadores fue 1.55 L/min., a una altura sobre los 3000 mts. el  $VO_2$  máx fue de 1.33 L/min. Se realiza el análisis estadístico con la Distribución  $t$  y comprueba la hipótesis  $H_1$  con la Prueba  $t$  pareada, demostrando estadísticamente con alfa 0.1 que si disminuye el Consumo máximo de oxígeno.

Se rechaza la  $H_2$  de que no se presentan sintomatología, debido a que algunos obreros si presentaron síntomas de Mal Agudo de Montaña medidos con la escala Lake Louise. Si revelaron complicaciones en los obreros comprobados con los datos de FR y FC que si se elevaron en respuesta a la aclimatación y compensación demostrado con los niveles de Sat  $O_2$  sobre el 85%.

Lo que permite determinar una disminución de la  $VO_2$  máx. en el individuo y el inminente riesgo de sufrir alteraciones en su salud, invalidez o muerte.

La conclusión final de esta investigación es que se determino que la mayoría de trabajadores se encontraban adaptados a las condiciones ambientales de altura, por ser naturales de altura (2850mts.), lo que a su se traduce en minimización del Riesgo laboral de sufrir accidentes que si fueran obreros del nivel del mar.

## SUMMARY

Ecuador a South American country that has one varied geography in its Territory by which it crosses of his North end to the South the Mountain range of the Andes.

The accelerated development of its agricultural, mining, oil industries, hydric, recreational activities in the height implies that the exposed labor population in intermittent form to conditions of hypobaric hypoxia grows of fast form, without has destined the time and the resources of investigation necessary to analyze the as much labor risks as for the health that this activity requires.

The tolerance and/or susceptibility that the people present/display to the height depend on individual factors still barely defined.

It has been observed after an exhaustive revision of the bibliography that is even lacked reliable and easily applicable indicators by means of which to be able to predict at individual level the tolerance and /o susceptibility the development of a labor activity in the height. This investigation was made in 16 workers all of them of masculine sex (carves: 1.67 +/- 8cm, weight: 63.7 +/- 12,3 kg, age: 28.9 +/- 10 years). I determine by means of the Test of Karnoven the  $VO_2$  máx. to the 2,800 m.s.n.m like on the 3,000 m.s.n.m.

It was excluded from the study 4 workers not to fulfill the criterion to remain on the 3000 mts. by but of 4, so that the necessities of work in section 3 forced to transfer to the workers in mention to a smaller height of 3000 mts.; conditions that were not modified to represent the day day of the daily workings.

In Quito to the 2,850 mts. the  $VO_2$  máx. average of the workers went 1,55 L/min., to a height on the 3000 mts. the  $VO_2$  máx was of 1,33 L/min. The statistical analysis with T distribution is made and verifies the  $H_1$  hypothesis with twin Test  $t$ , statistically demonstrating with alpha 0,1 that if diminishes the  $VO_2$  máx.

The  $H_2$  is rejected of which they do not appear symptoms, because some workers if they badly presented/displayed symptoms of Acute of Mountain measured with the Lake scale Louise. If they revealed complications in the workers verified with the data of FR and FC that if the acclimatization and compensation demonstrated with the levels of the Sat  $O_2$  rose in answer to on 85%.

What allows to determine a diminution of the  $VO_2$  máx. in the individual and the imminent risk of undergoing alterations in its health, dissability or death.

The final conclusion of this investigation is that I determine that most of workers they were adapted to the environmental conditions of height, being natural of height (2850mts.), which to his is translated in reductions of the labor Risk to suffer accidents that if they were working of the level of the sea.

## Abreviaturas

<b>Atm</b>	atmósfera
<b>ATP</b>	Adenosina trifosfato
<b>Cm</b>	centímetros
<b>EAM</b>	Enfermedad aguda de montaña
<b>EAC</b>	Edema agudo cerebral
<b>EAP</b>	Edema agudo de pulmón
<b>EMO</b>	Elemental microscópico orina
<b>EPOC</b>	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
<b>FC</b>	Frecuencia cardiaca
<b>FCM</b>	Frecuencia cardiaca máxima
<b>FR</b>	Frecuencia respiratoria
<b>HTA</b>	Hipertensión arterial
<b>IMC</b>	Índice de masa corporal
<b>IR</b>	Infrarrojos
<b>Kg</b>	kilogramos
<b>L/min.</b>	Litros por minuto
<b>MAM</b>	Mal agudo de montaña
<b>MCM</b>	Mal crónico de montaña
<b>mm/Hg</b>	milímetros de mercurio
<b>m.s.n.m.</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno
<b>PAO<sub>2</sub></b>	Presión alveolar de oxígeno
<b>PaO<sub>2</sub></b>	Presión arterial de oxígeno
<b>PB</b>	Presión barométrica
<b>PO<sub>2</sub></b>	Presión parcial de oxígeno
<b>SNC</b>	Sistema nervioso central
<b>UVB</b>	Rayos ultravioletas
<b>VO<sub>2</sub> máx.</b>	Velocidad máxima de oxígeno

## CAPITULO 1

# INTRODUCCIÓN

## 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El presente trabajo se realiza en la Empresa Azul “Empresa de Servicios Petroleros, hidrocarburíferos, mineros y de construcción”. Actualmente cuenta con 1800 empleados, divididos en tareas administrativas y de campo que a la vez se distribuyen en distintos proyectos como construcción, catering, mantenimiento de derechos de vía, automotriz etc., realizando trabajos que demanden nuestros clientes. El radio de acción de la empresa es amplio y abarca todas las zonas geográficas del Ecuador como son, Costa, sierra y oriente, atravesando distintos niveles de altitud desde los 0 (cero) metros sobre el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m. El área específica en donde se realizara el estudio es el tramo 3 del Mantenimiento del Derecho de Vía del Oleoducto de crudos pesados del Ecuador (OCP), el mismo tramo que cruza por Papallacta a 4000 m.s.n.m.

## 1.2. PROBLEMA QUE SE PRETENDE ABORDAR

El problema que se pretende abordar es realizar el análisis del riesgo laboral “Hipoxia Hipobárica” al que están expuestos los trabajadores sobre los 3000 m.s.n.m.

## 1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Nuestro estudio se encuentra debidamente justificado por cuanto no se dispone de un análisis del Riesgo Laboral que permita identificar, medir y evaluar, proponer medidas de control y formación a los trabajadores en el Ecuador. Es novedoso y permite aportar un conocimiento necesario para los trabajadores en altitud del Ecuador.

#### 1.4. Revisión de la bibliografía referente al tema

##### Mal de Altura una realidad mundial,

Más de 40 millones de personas en todo el mundo viven por encima de 3000 m.s.n.m. **(2-9)** otras en cambio para acceder a las fuentes de trabajo deben exponerse a condiciones ambientales (altura) para las que no fueron concebidos genéticamente por lo que se ven en la necesidad de vencer todas las barreras y obstáculos.

Uno de los factores limitantes a este desafío en el hombre es sin duda la disminución de la presión barométrica y exposición aguda a la Hipoxia que el organismo lo vence poniendo en juego múltiples mecanismos con el fin de proporcionar oxígeno suficiente a los tejidos **(6)**.

Se carece de indicadores confiables y aplicables para predecir de manera oportuna e individual la tolerancia y/o susceptibilidad del trabajo físico en altura, el no poder predecir a tiempo los efectos nocivos inmediatos o tardíos de la exposición a la altura conllevan a afectar

seriamente al hombre, los riesgos de muerte o invalidez y la productividad. (6)

Encima de esos niveles, la salud, supervivencia y productividad están en sus límites y son determinados por varios factores independientes del hombre que en consecuencia le afectan a este.

Estos factores son climáticos-ambientales, de los ambientales podemos destacar que:

*LA ALTITUD DETERMINA DISMINUCIÓN DE LA PRESION BAROMÉTRICA Y ESTA CONDUCE A BAJAR LA PRESION PARCIAL DE OXIGENO EN EL AIRE A RESPIRAR, ÉSTA MENOR PRESION DIFICULTA EL PASO DEL OXIGENO DESDE LOS ALVEOLOS A LOS CAPILARES ARTERIALES POR LA DISMINUCION DE LA PAO<sub>2</sub>, LO QUE SE TRADUCE EN UNA MENOR DISPONIBILIDAD DE ESTE ELEMENTO EN LOS TEJIDOS CONOCIDO COMO HIPOXIA Y AL SE ORIGINADA POR LA BAJA PRESION ATMOSFERICA SE LA CONOCE COMO HIPOXIA HIPOBARICA. (6) TRADUCIENDO ESTO EN DISMINUCIÓN GRADUAL DEL RENDIMIENTO EN EL TRABAJO. (5)*

### **Breve Historia de la Medicina de altura**



- 526 a.C. Plutarco Expone en Vidas Paralelas las expediciones de Alejandro a la India Cita textualmente “pero el mayor peligro de la falta de provisiones y la inestabilidad y ligereza de la atmósfera **(8)**
  
- 100 a.C. Los Chinos calificaban ala zona montañosa de Txi – Pin como las Montañas de mayo y menor dolor de cabeza **(8)**
  
- 1590: Padre Jesuita José Acosta- Primera descripción de esta patología en el continente sudamericano “Historia Natural y Moral de las Indias **(2)**
  
- 1861: Juimio Jourdanet establece que la sensación de asfixia se debe a la disminución de la presión barométrica. **(2)**
  
- 1925: Primera expedición científica por Carlos Monge y cols, Perú **(2)**
  
- 1981: Edholm describe por primera vez el Mal Agudo de Montaña (MAM) **(4)**
  
- 1994: Leon – Valverde, Describen el Mal Crónico de Montaña o Enfermedad de Monge **(4)**
  
- 2007: Walter Dummer, describe en el libro de la OIT, Presión Barométrica, Reducción, Capitulo 37, INSTH **(5)**

## CAPITULO 2

## **OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Analizar el Riesgo laboral Hipoxia Hipobárica al que están expuestos los Trabajadores que realizan tareas a una altura superior a los 3000 m.s.n.m.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar el riesgo de sufrir Hipoxia Hipobárica en altura superior a los 3000 m.s.n.m. de las actividades desarrolladas en el proyecto de Mantenimiento de Derecho de Vía de Oleoducto de Crudos Pesados Tramo 3 ( OCP ) de Azul
- Determinar los efectos fisiológicos y consecuencias de la salud que la Hipoxia Hipobárica causa en el personal que trabaja sobre los 3000 m.s.n.m.
- Proponer evaluación de seguimiento de los trabajos en altura en la fuente para la minimización del riesgo de Hipoxia Hipobárica.

### **2.3. OBJETIVOS SECUNDARIOS (Colaterales)**

- Evaluar la adaptación del trabajador a la altura por la realización de su trabajo.
- Analizar los datos de la Hipoxia Hipobárica en relación a la altura que se encuentren los trabajadores.
- Analizar los Riesgos físico ambientales presentes en la altura.
- Evaluar las consecuencias que sufre el trabajador que realiza labores sobre los 3000 m.s.n.m,
- Proponer medidas de control y seguimiento para la adecuada adaptación del trabajador a la altura.
- Aplicar el cuestionario de LAKE – LOUISE

## **CAPITULO 3**

## METODOLOGIA

### 3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población total del tramo 3 del Mantenimiento del Derecho de Vía OCP es de 100 obreros que son trabajadores divididos en cuadrillas de acuerdo a las necesidades de la empresa.

#### 3.1.1. Población Objeto de Estudio:

La investigación fue realizada en 16 obreros del TR3 (de 20 obreros seleccionados) que laboran sobre los 3000mts

#### CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MUESTRA

Paciente	edad	Peso	Talla	IMC= peso (Kg) / altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ).	HB	HTC
1	30	54,5	1,75	17,80	16,3	48,8
2	33	57,7	1,65	21,19	16,2	48,7
3	25	74,0	1,62	28,20	18,1	52,7
4	27	56,8	1,74	18,76	16,6	48,4
5	22	56,8	1,65	20,86	16,4	48,7
6	42	59,1	1,66	21,45	17,3	50,4
7	26	79,0	1,67	28,33	16,6	49,2
8	27	74,0	1,66	26,85	16,0	46,8
9	22	59,1	1,76	19,08	17,3	52,0
10	24	66,0	1,68	23,38	16,8	49,3
11	27	68,2	1,60	26,64	17,3	51,4
12	42	59,0	1,58	23,63	17,4	50,7
13	52	60,0	1,61	23,15	16,6	48,7
14	28	60,0	1,65	22,04	17,3	50,4
M	15	48	78,0	1,72	26,37	49,2
	16	27	58,2	1,62	22,18	52,0

Edad: 26.9 años

Peso: 64 Kg

Talla: 1.67 m

IMC: 23



### 3.1.2. Criterios de Inclusión y Exclusión:

⇒ Criterios de inclusión:

- 1.- Trabajadores que asciendan sobre los 3000m.s.n.m. y su permanencia sea superior a 6h.
- 2.- Trabajadores de Azul del proyecto OCP Tramo 3 que realicen o requieran realizar sus labores sobre los 3000 m.s.n.m.
- 3.- Trabajadores que se contraten eventualmente para la realización de una obra específica sobre los 3000 m.s.n.m.
- 4.- Personal administrativo que por motivos de supervisión o auditoría asciendan sobre los 3000 m.s.n.m.

⇒ Criterios de exclusión:

- 1.- Trabajadores cuya permanencia sobre los 3000 m.s.n.m. sea < a 4h,  
**con este criterio salen del estudio 4 trabajadores, se les cambio de área de trabajo**

2.-Trabajadores del Tramo 3 Azul – OCP que no realicen o no requieran realizar sus labores sobre los 3000 m.s.n.m.

3.- Antecedentes patológicos personales: Como los siguientes;

<b>NEUROLOGICOS</b>	<b>Migraña, Epilepsia, Isquemia Cerebral, Edema cerebral de altura Síndrome cerebeloso, Meniere</b>
<b>RESPIRATORIOS</b>	<b>Insuficiencia respiratoria crónica, Hipertensión pulmonar, Edema pulmonar de altura</b>
<b>CARDIACOS</b>	<b>Enfermedad coronaria inestable, Hipertensión arterial (no controlada)</b>
<b>RENALES</b>	<b>Insuficiencia renal</b>
<b>SANGUINEOS</b>	<b>Trombo embolias, Cuagulopatias, Hemoglobinopatias, Anemia, Discrasias sanguíneas</b>
<b>PSIQUIATRICOS</b>	<b>colon irritable, fatiga, Retardo mental, insomnio,</b>
<b>CORPORAL</b>	<b>Obesidad determinado por el IMC.</b>

4.- Sexo femenino

**3.1.3. Tipo de Muestreo Elegido:**

La muestra fue no probabilística por conveniencia.

A todo el personal se les explico clara y objetivamente el motivo del estudio y se solicitó la firma del consentimiento informado.

#### **3.1.4. Error Muestral:**

El “error muestral” que asumimos en este estudio va a ser calculado con *t alfa del 0.1*

#### **3.1.5. Tamaño de la Muestra:**

El tamaño de la muestra es de un Grupo de estudio son 20 obreros, sanos, que realizan sus actividades por igual sobre los 3000 m.s.n.m.

### **3.2. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO**

#### **3.2.1. Tipo de Diseño de Estudio:**

Este proyecto de investigación fue de DESCRIPTIVO, ya que se realizó la medición de la variable dependiente y tipo transversal.

#### **3.2.2. Hipótesis de Trabajo:**

**a. H1:** Se presenta Hipoxia Hipobárica, disminuye el consumo máximo de oxígeno en trabajadores, después de una jornada laboral de 8h sobre los 3000 m.s.n.m.

**b. H<sub>2</sub>:** No se evidencia sintomatología frente a la Hipoxia Hipobárica en los trabajadores debido a los mecanismos de adaptación..

**c. H<sub>0</sub>:** No se presenta Hipoxia Hipobárica, no disminuye el consumo máximo de oxígeno en trabajadores, después de una jornada de 8h sobre los 3000mts. por tratarse de personas nativas de los 2850mts.

### 3.2.3. Variables a estudiar:

#### Variables dependientes:

- Adaptación del trabajador a la altura, Consumo máximo de oxígeno definida como la tasa de utilización del oxígeno en condiciones de metabolismo aeróbico máximo **(24)**, operacionalmente evaluado a través de litros de oxígeno consumido por minuto.

#### Variables independientes:

- Exposición a Altura, definida como una disminución de la presión parcial de oxígeno, operacionalmente queda definida sobre los 3000 mts.

#### Variables Cuantitativas:

- Jerarquización de la altura



**Variables cualitativas:**

- Adaptación del trabajador a la altura

**3.3. MATERIAL****3.3.1. Equipos e Instrumentos:**

1. Esfingomanómetro Marca Riester N° 1350 Exacta, Producto nuevo
2. Estetoscopio Marca Riester N° 4001-2 duplex, Producto nuevo
3. Oxímetro de Pulso, Digital Oximeter Model 512, Novamatrix, medical systems,

Los datos antropométricos y signos vitales se midieron con:

1. Pedometro para adultos marca HEALTHOMETER, manual.
2. Equipo de diagnostico Welch Allin

**3.3.2. Normas Técnicas:**

Los equipos, instrumentos cumplen con las normas INEN del Ecuador.

**a. Esfingomanómetro:** NTE INEN 1 824: 98, de: MANOMETROS PARA INSTRUMENTOS DE MEDICION DE LA SANGRE (TENSIOMETROS). REQUISITOS; y las Normas UNE 93/42 CEE

**b. Estetoscopio:** Normas UNE 93/42 CEE

c. **Oxímetro de pulso:** Normas UNE 93/42 CEE, CE 0086

d. **Paidometro:** NTE INEN 2 134: 2000, de: INSTRUMENTOS DE PESAR NO AUTOMATICOS. PARTE 1 y 2: REQUISITOS METROLOGICOS Y TECNICOS; y las Normas UNE 93/42 CEE

e. **Equipo de Diagnostico:** Normas UNE 93/42 CEE



3.3.3. Humano:

1. Medico
2. Paramédico
3. Chofer profesional

**3.3.4. Técnicos:**

1. Score de Lake Louise
2. Consentimiento informado
3. Test de Karnoven

**3.3.5. Transporte:**

- Camioneta Dimax 4x4, marca Chevrolet

**3.3.6. Oficina:**

- Computadora Portátil, DELL Vostro 1000, software, Microsoft office Word 2003, Microsoft office Excel 2003, Microsoft Office Power point 2003.
- Papel bond A4, 75 g
- Resaladores, esferos, lápices, borradores.

**3.4. FASES DEL ESTUDIO**

**3.4.1.** FASE 0: Historia Clínica Ocupacional, Anamnesis, Examen Físico, explicación a los trabajadores del estudio, firma del consentimiento informado.

**3.4.2.** El presente estudio se comenzó con una toma Basal a las 08h00 en la mañana y 2 h post-prandial antes del inicio de la jornada laboral, se determinó de signos vitales como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial, oximetría de pulso, responder la encuesta de Lake Louise.

#### **MEDIA DE DATOS BASALES**

- FC basal: 68 x´
- FR basal: 15 x´
- Sat O<sub>2</sub> % basal: 88.83 %
- VO<sub>2</sub> máx. teórica: 2.84 L/min
- VO<sub>2</sub> máx. basal: 1.55 l/ min

**3.4.3.** Una toma post laboral a las 16 h en el término de la jornada laboral y 2 h post-prandial, para evitar que el último obrero en ser evaluado permanezca en reposo se inició la toma de datos 15 minutos antes de la 16h y de un obrero en uno, se determinó de signos vitales como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial, oximetría de pulso, responder la encuesta de Lake Louise.

### MEDIA DE DATOS POST-LABORAL

- FC post-laboral: 85 X' x'
- FR post-laboral: 24 X' x'
- Sat O<sub>2</sub> % post-laboral: 90.08 %
- VO<sub>2</sub> máx. teórica: 2.84 L/min.
- VO<sub>2</sub> máx. post-laboral: 1.33 L/ min.

Con los datos antropométricos y signos vitales de los obreros se aplicó la fórmula del Consumo máximo de oxígeno Teórica, para luego ser comparado con los medidos.

$$VO_2 \text{ máx. teórica} = \text{peso}(56.36 - (0.413 \times \text{edad}))$$

Fase Basal y Post laboral, en esta ocasión la VO<sub>2</sub> máx. real se la calculó con el Test de Karnoven.

$$VO_2 \text{ máx. Real} = (FC \text{ Basal} + 60) \times (FCM - FC \text{ Real})$$

## 3.5. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

### 3.5.1. Condiciones Ambientales en la Altura:

#### 3.5.1.1. Ambiente

La tierra esta rodeada por una capa de aire que es la atmósfera ( del griego atmos: Gases y aphiros; Esfera ) es decir masa de gases – humos- polvos- y vapores que cubren la superficie terrestre, es de 1000 Kilómetros de espesor, lo que determina la presión atmosférica o barométrica, las moléculas que componen la atmósfera se mueven a gran velocidad difundándose y ocupando espacio cada vez mayor, esto hace que ejerzan una fuerza expresada por unidad de superficie ( presión atmosférica o presión barométrica normal) que equivale a 1000g por cm<sup>2</sup> a nivel del mar **(3)**.

*La composición química de los gases en la atmósfera es:*

Nitrógeno 78.1%: **Oxígeno 20.9%**: Argon 0.93%: CO<sub>2</sub> 0.033%:  
Neon – Helio 0.037% Total 100% **(2-3)**

### **3.5.1.2. Modificaciones ambientales producidas por la altura**

#### **a.- EN EL OXIGENO**

- ***Cambios Presión parcial de Oxígeno***

La presión atmosférica corresponde a 1atm explicado anteriormente y 1atm equivale a 760 mm/Hg a nivel del mar.

Las moléculas gaseosas de oxígeno disponibles para el hombre disminuye proporcionalmente con la altura mas no su concentración en el ambiente.

- A nivel del mar  $3,0 \times 10^{23}$  moléculas de oxígeno
- A 4000 m.s.n.m  $1.5 \times 10^{23}$  moléculas de oxígeno

Esto se traduce a una disminución de la presión parcial de de los gases constituyentes en el aire. **(4)**

Tabla 1.

Relación de Altura con Presión atmosférica y Presión de Oxígeno.

Altitud (mts)	Presión Barométrica (mm/hg)	Presión de Oxígeno (mm/hg)
0	760	159
1000	674	141
2000	596	125
3000	526	110
3500	493	103
4000	463	97
4500	428	90
5000	405	85

**b.- EN LA PRESION BAROMETRICA**

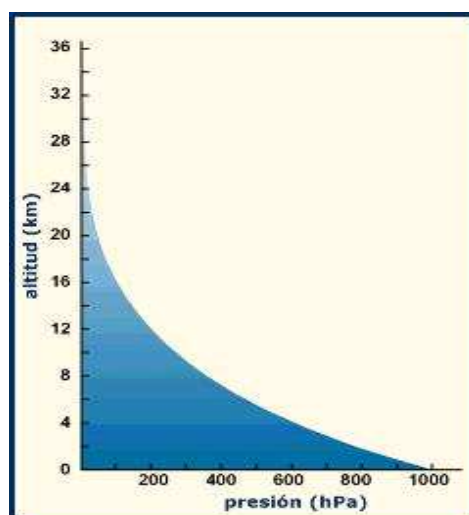
La presión barométrica disminuye conforme aumenta la altitud.  
(Tabla 1)

Presión atmosférica: A nivel del mar es de una atmósfera (760 mm de Hg), a 2.000 metros sobre el nivel del mar disminuye un 20% y a 5.500, es decir a la altura que se encuentran los lugares más altos, los Himalayas, la presión atmosférica es la mitad de lo que estamos acostumbrados y al mismo tiempo disponemos de casi la mitad de O<sub>2</sub>. **(36)**

La latitud ejerce un importante efecto en la presión barométrica, El Everest se encuentra en los 28° latitud norte (entre los 4 y 16 Km. arriba del Ecuador) por lo que disfruta de una masa de aire frío, resultados de un fenómeno de convección y radiación lo que determina una mayor presión barométrica y mayor presión de oxígeno mejor difusión de este en los tejidos, *motivo por el cual es posible ascender a la montaña mas alta del mundo sin oxígeno y por personas entrenadas.*

Figura. 1

Relación altura PB





### **c.- EN LA TEMPERATURA**

El deseo de encontrarnos térmicamente confortables (de no pasar frío o calor) es un objetivo natural de todo ser humano. La temperatura debe oscilar entre 17 a 27 grados centígrados para trabajos sedentarios y de 14 a 25 grados Centígrados en trabajos ligeros.

En primer lugar las condiciones termo higrométricas, entendidas como la acción conjunta de la temperatura, la humedad relativa del aire y la velocidad del viento tiene efectos fisiológicos y de morbilidad en las personas.

En segundo lugar pueden afectar la conducta, aumenta la fatiga y por ende aumenta el riesgo de accidentes provocando los daños a las personas y maquinas. En cualquier caso esto se traduce en **DISMINUCIÓN DEL RENDIMIENTO, AUMENTO DE INSATISFACCIÓN** que genera el trabajo mal hecho. Los ambientes extremadamente fríos son capaces de producir alteraciones sobre la salud y afortunadamente cada vez menos

frecuentes, sin embargo hay gran cantidad de trabajadores como los empleados en cámaras frigoríficas, *SIN OVIDAR LOS TRABAJOS A LA INTERPERIE (PESCADORES DE ALTURA, trabajadores agrícolas (en altura) etc. (31)*

Los trastornos producidos por el frío dependen de la temperatura ambiente y la velocidad del viento, el riesgo aumenta cuanto mas baja la temperatura y mas rápida es la velocidad del viento. Relación que se la conoce como SENSACION TERMICA (36). En la altura la sensación térmica baja considerablemente por el viento; puede llegar a disminuir hasta 13 veces.

**Ejemplo:** Temperatura ambiental a 0° C, con viento de 40 km/h  
= - 15°C

Temperatura ambiental a - 7° C, con viento de 64 km/h = - 30° C.

Peligro de congelamiento en partes expuestas en menos de 1 minuto.

Temperatura ambiental a - 25° C, con viento de 64 km/h = - 60° C.

La Temperatura desciende aproximadamente 1°C cada 150 a 180 mts., dependiente de lado montañoso, hora del día y determinados terrenos (4).

Lo que es lo mismo disminuye  $0,56^{\circ}\text{C}$  cada 100 mts. (Tabla 2), alcanzando la mitad de su valor a los 2.000 metros y la cuarta parte a los 4.000mts. **(36)**

**Ejemplo:** si al nivel del mar tenemos  $10^{\circ}\text{C}$  a 4.000 metros tendremos  $2,5^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura también varía conforme se va aumentando la altitud, que varía también según la condición atmosférica y la Latitud **(4)**

En la siguiente tabla se observa la relación entre altura, presión barométrica y temperatura.

Tabla 2.

<i>Altitud</i> (m ts.)	<i>Presión Barométrica</i> (m m /hg)	<i>Temperatura</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
0	760	15
1000	674	8.5
2000	596	2.0
3000	526	- 4.5
3500	493	- 7.7
4000	463	-11
4500	428	- 14
5000	405	- 17.5

Figura. 2

Relación altura - temperatura



#### **d.- HUMEDAD DEL AIRE**

Para condiciones de confort la humedad estará comprendida entre el 30 y 70% (el 50% en locales con riesgo electricidad estática), en la altitud disminuye mucho más que la presión y con el frío baja muchísimo más.

La falta de humedad en el aire atenúa la diferencia de temperatura en la sombra con respecto a la exposición al sol, como así también entre el día y la noche.

**La humedad.-** Su importancia radica en que si la humedad del aire es mayor a la del cuerpo es difícil que el cuerpo produzca sudor, al contrario si la humedad del aire es menor, el cuerpo producirá mayor sudor (deshidratación).

La humedad relativa nos da la idea sobre la concentración de vapor de agua en el aire.

El vapor de agua en el aire disminuye con la latitud pero de una manera más rápida que la presión barométrica.

#### **e.- EN LA FUERZA DE GRAVEDAD**

La gravedad disminuye en proporción al cuadrado de la distancia al centro de la tierra, disminuyendo la aceleración 0.003086, /seg. cada 1000 mts. de altura; por lo que la distancia recorrida por un cuerpo lanzado será mayor.

#### **f.- DENSIDAD DEL AIRE**

La Resistencia del aire disminuye porque a Menor PB disminuye la resistencia del aire que produce disminución del trabajo muscular respiratorio para vencer la resistencia de las vías respiratorias.

#### **g.- RADIACION**

La radiación aumenta 2 a 4% por cada 100mts. hasta los 2000 mts. y 1% cada 100 mts. desde los 2000mts. (es decir que la radiación a los 4000mts. aumento un 50% respecto al nivel del mar.) sumado a esto la reflexión de la nieve la radiación puede

aumentar entre un 75% a 90%, la radiación es la responsable de múltiples patologías cancerígenas en piel y quemaduras.

## RESUMEN

*El factor más importante en la ALTITUD es la disminución de la presión barométrica que es progresiva conforme subimos a mayores altitudes. Debido a esa disminución de la presión barométrica disminuye la presión parcial de oxígeno del aire, con lo que baja la presión de oxígeno en la sangre arterial, dando lugar a la hipoxia. También disminuirán la temperatura, la humedad relativa, la fuerza de gravedad y la resistencia del aire y aumentarán las radiaciones.*

### 3.5.2. Efectos Biológicos en la Altura:

Los efectos de la altura en el hombre tiene mucha relación con la altitud alcanzada la presión barométrica y la presión de oxígeno. (Tabla 3)

En la siguiente tabla se observa una relación entre estos factores (4)

Tabla 3.

Relación de Altura con Presión atmosférica y Presión de Oxígeno.

Altitud	Presión Barométrica	Presión Parcial	Presión Alveolar
---------	---------------------	-----------------	------------------

(mts.)	(mm/hg)	de Oxígeno (mm/hg)	de Oxígeno (mm/hg)
0	760	159	99.73
1000	674	141	81.67
2000	596	125	65.29
3000	526	110	50.38
3500	493	103	43.66
4000	463	97	37.15
4500	428	90	31.06
5000	405	85	25.18

En el hombre los cambios climáticos desencadenan 2 procesos naturales, los de Adaptación y los de Aclimatación.

### **3.5.2.1. Respuesta del Organismo a la Hipoxia**

**A.- ADAPTACION.-** Cualquier característica del desarrollo, comportamiento, morfología o fisiología que surge en un ambiente determinado como resultado de la selección natural, y que mejora su oportunidad para sobrevivir y dejar descendencia fértil. También llamada “ADAPTACION GENOTIPICA.”

La altitud alcanzada y tiempo de permanencia desencadenan mecanismos de adaptación que pueden ser tanto: Fisiológicas como Anatómicas **(37)**

- *Mecanismos de Adaptación Anatómica:* Los habitantes que nacen y crecen entre los 2000 y 5000 m.s.n.m desarrollan cambios anatómicos como:

a) Hipertrofia del músculo liso de la arteria pulmonar b) Hipertrofia del Ventrículo derecho, y c) mayor capacidad pulmonar **(7)**

**B.- ACLIMATACION.-** Cambios compensatorios en un organismo bajo múltiples desviaciones naturales del ambiente, se llama “*ADAPTACION FENOTIPICA*”

La altitud alcanzada, la Velocidad de Ascenso y permanencia por períodos cortos desencadenan mecanismos de Aclimatación **(37)**

- *Mecanismos de adaptación fisiológicas:* Mas comúnmente observado en individuos que ascienden por primera vez, no permanecen por periodos prolongados, especialmente deportistas. **(7)**
- *Como es la aclimatación a la Baja Presión de Oxígeno* **(37):**  
Si un sujeto asciende a grandes altitudes durante varios días,



semanas o años, gradualmente se aclimatará a la  $PO_2$  baja, de manera que ésta provocará cada vez menos efectos deletéreos en su organismo, haciendo también posible realizar más trabajo o ascender a alturas cada vez mayores.

Los cinco medios principales gracias a los cuales se logra la aclimatación son los siguientes:

**1) AUMENTO DE LA VENTILACIÓN PULMONAR:** Por exposición inmediata a  $PO_2$  baja, la estimulación de la hipoxia a los quimiorreceptores aumenta la ventilación alveolar hasta un máximo de aproximadamente 65%. Esta es una compensación inmediata para la gran altura y por si misma permite al individuo elevarse unos miles de metros más de lo que sería posible sin dicho aumento. Si permanece a gran altura durante varios días su ventilación gradualmente se eleva hasta 3 a 7 veces su valor normal.

**2) INCREMENTO DEL NÚMERO DE HEMATIES Y DE LA HEMOGLOBINA DURANTE LA ACLIMATACION:** La hipoxia es el estímulo principal para la producción de glóbulos rojos. Generalmente durante la aclimatación o la escasez de oxígeno, el hematocrito aumenta desde el valor normal de 40 – 50 a una cifra de 60 – 65 con un promedio de aumento de la concentración de hemoglobina desde 15g/100ml a 22g/100ml.

Además, el volumen sanguíneo también aumenta, frecuentemente hasta en un 20-30% resultado en un aumento total de la hemoglobina circulante de hasta 50-90%.

Por desgracia, estos aumentos de la concentración de hemoglobina y del volumen sanguíneo son muy lentos y apenas se manifiestan antes de 2-3 semanas, alcanzar la mitad de su valor total en cosa de un mes y tardan muchos meses en instalarse por completo.

**3) CAPACIDAD DE DIFUSION AUMENTADA DURANTE LA ACLIMATACION:** Recuérdese que la capacidad de difusión normal para el oxígeno a través de la membrana pulmonar es aproximadamente de un gradiente de 10 mm/Hg a nivel del mar y a los 4000mts. es casi 0 mm/Hg y que esta capacidad de difusión puede aumentar al triple durante el ejercicio.

Se produce un aumento similar de la capacidad de difusión a grandes alturas pero debido al aumento del espacio entre las membranas alveolares, partes del aumento probablemente resulte de un volumen netamente aumentado de la sangre capilar pulmonar, que dilata los capilares y aumenta la superficie a través de la cual puede difundir el oxígeno hacia la sangre. Otra parte depende con toda probabilidad de un incremento del volumen

pulmonar que posiblemente aumente la superficie de la membrana alveolar. Una parte final se debe al aumento de la presión arterial pulmonar, que hace penetrar la sangre en un número de capilares alveolares mayor de lo habitual, especialmente en las partes altas de los pulmones, que están mal regadas en condiciones normales.

**4) VASCULARIZACION AUMENTADA:** El gasto cardíaco aumenta inmediatamente, con frecuencia hasta en un 20-30%, cuando un individuo se eleva a gran altura, pero suele bajar de nuevo a sus valores normales en pocos días. A continuación, durante un período de meses, el gasto cardíaco disminuye en grado moderado, pero este fenómeno se acompaña de aumento simultáneo del valor hematocrito, de modo que la cantidad de oxígeno transportado hacia los tejidos se conserva aproximadamente normal, esto es a menos que la altitud se haga tan grande que sobrevenga hipoxia grave. Otra adaptación circulatoria consiste en el aumento del número y tamaño de los tejidos, lo que se llama aumento de vascularización.

**5) ACLIMATACION CELULAR:** En nativos nacidos a alturas de 4.500 a 5.000mts. las mitocondrias y algunos sistemas enzimáticos oxidativos celulares son ligeramente más ricos que en los que habitan a niveles del mar. Por consiguiente, es presumible que los aclimatados, pueden utilizar oxígeno con

mayor efectividad que los seres que viven a nivel del mar, aunque se trata de un postulado no probado.

Es característica en la altura y la adaptación humana a esta condición, depende de varios factores climáticos-ambientales y personales (físicos – fisiológicos).

Entre otros factores que influyen en estos cambios y que es importante señalarlos por estar directamente relacionados a la altura tanto ambientales como individuales son: **(2)**

#### ***Los ambientales***

- 1.- Sequedad del aire
- 2.- Temperaturas extremas (frío)
- 3.- Radiaciones no ionizantes (UVB, IR)

#### ***Los personales***

- 1.- Cambios en la alimentación
- 2.- Cambios de conducta
- 3.- Cambios en las costumbre
- 4.- Sintomatología presentada.

La relación entre la altitud y los efectos más significativos que podrían afectar al organismo cuando se expone a ella se muestran en la tabla 4. **(4)**

Tabla 4

## Altitud y Sintomatología

<b>ALTITUD</b>	<b>(mts.)</b>	<b>EFFECTOS</b>
<b>BAJA</b>	<b>0 – 2500</b>	<b>Sin efectos o efectos moderados en personas susceptibles</b>
<b>MEDIANA</b>	<b>2500 – 3800</b>	<b>Disminución de la capacidad aeróbica. Dolores de cabeza, náuseas, vómitos</b>
<b>GRAN</b>	<b>3800 – 5800</b>	<b>Deterioro intelectual. Dificultad para resolver problemas aritméticos simples, Efectos perceptibles durante el trabajo función, Efectos perceptibles en reposo. Se considera de riesgo para una persona expuesta.</b>
<b>EXTREMA</b>	<b>&gt; 5801</b>	<b>No se puede vivir en forma permanente</b>

Los efectos que en la persona se producen es por la disminución de oxígeno en la sangre arterial y por lo tanto en la disponibilidad de este para los tejidos en especial el cerebral.

**MECANISMO**

El estímulo inicial es disminución de la presión barométrica que determina disminución de la presión de oxígeno y esto menor disponibilidad y transporte del oxígeno ambiental a los pulmones menor paso de O<sub>2</sub> a las arterias produciendo HIPOXIA, lo que desencadena una respuesta fisiológica (5).

**3.5.2.2. Efectos Fisiológicos de la Hipoxia**

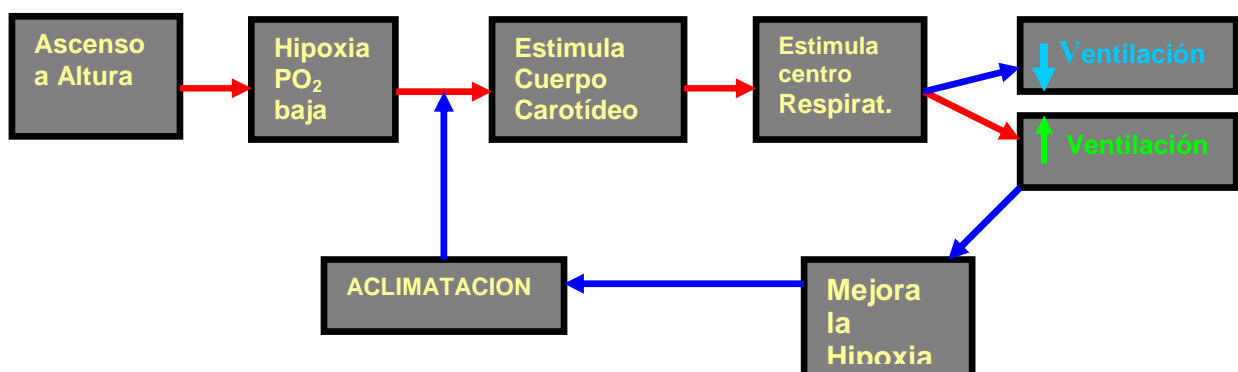
La sangre con bajos niveles de oxígeno en las arterias desencadenan efectos fisiológicos que intenta compensar esta situación:

**a. CUERPO CAROTIDEO:**

Son 2 minúsculas estructuras del tamaño de la cabeza de un alfiler ubicadas en 2 pequeñas ramas de las arterias carótidas (cerca del ángulo de la mandíbula) contienen células quimiorreceptores sensibles a los cambios químicos de la sangre y la  $PO_2$ .

Registran el descenso de  $O_2$ , aumenta el ritmo de la transmisión nerviosa por el IX par craneal (Nervio Espinal) directo al centro respiratorio del tronco encefálico, este emite impulsos sobre el diafragma, músculos torácicos teniendo como resultado el aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración (5)

Figura. 3



**b. CLASIFICACIÓN:*****HIPOXIA: AGUDA O CRÓNICA***

**AGUDA:** Es la disminución del aporte de oxígeno a la célula dentro de +/- 10 primeras horas de la exposición sobre los 2500 mts. Provocando el característico MAM y que desencadena la respuesta fisiológica de la aclimatación.

**CRÓNICA:** Estado de Hipoxia debido al tiempo prolongado de exposición (semanas o años) y que desencadena la respuesta fisiológica de la aclimatación y adaptación anatómica, en algunos casos se los conoce como MCM o Enfermedad de Monge. **(4)**

**3.5.2.3. Consumo Máximo de Oxígeno ( $VO_2$  máx.) y la Altura**

La principal característica del MEDIO AMBIENTE DE ALTURA, aunque no la única, es su menor disponibilidad de  $O_2$ . **(6)**

Cabe recalcar que la altura NO afecta la composición relativa de los gases que componen el aire (Oxígeno 20.9%), pero conlleva una disminución exponencial de la presión barométrica (tabla1).

A su vez disminuye la presión de oxígeno y la cantidad de cada uno de los gases componentes del aire, produce una reducción de la fuerza motriz que determina el flujo de gas desde el exterior a la mitocondria. **(6)**

### **MITOCONDRIA:**

Las mitocondrias son los [orgánulos](#) que se encuentran en prácticamente todas las [células](#) eucariotas, encargados de suministrar la mayor parte de la energía necesaria para la actividad celular; actúan por tanto, como centrales energéticas de la célula y sintetizan [ATP](#) por medio de la [fosforilación oxidativa](#).

La principal función de las mitocondrias es la oxidación de [metabolitos](#) ([ciclo de Krebs](#), beta-oxidación de ácidos grasos) y la obtención de ATP, que es dependiente de la [cadena transportadora de electrones](#); el ATP producido en la mitocondria supone un porcentaje muy alto del ATP sintetizado por la célula.

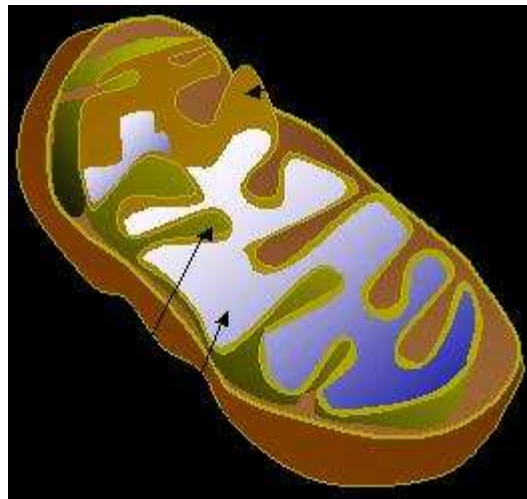
También sirve de almacén de sustancias como iones, agua y algunas partículas como restos de [virus](#) y proteínas.



Obtener energía en forma de ATP requiere intercambiar  $O_2$  y  $CO_2$  con el ambiente, un aporte insuficiente de  $O_2$  en relación con las necesidades de producción de ATP (de energía) de origen aeróbico, se define como HIPOXIA (20)

**Figura. 4**

**Mitocondria**



**El ATP:** El trifosfato de adenosina (ATP) o adenosina trifosfato es una molécula que consta de una purina (adenina), un azúcar (ribosa) y tres grupos fosfato. Gran cantidad de energía para las funciones biológicas se almacena en los enlaces de alta energía que unen los grupos fosfato y se liberan cuando uno o dos de los fosfatos se separan de las moléculas de ATP.

El compuesto resultante de la pérdida de un fosfato se llama di fosfato de adenosina, adenosina di fosfato o ADP; si se pierden dos se llama monofosfato de adenosina, adenosina monofosfato o AMP, respectivamente.

La reducción de la fuerza motriz que determina el ingreso del oxígeno del exterior a la mitocondria se conoce como hipoxia hipobárica y desencadena una serie de respuestas en el organismo, en un intento de compensar la disminución de  $PaO_2$  estimulando barorreceptores y quimiorreceptores carotideos y del SNC que aumentan la ventilación pulmonar y el débito cardiaco, mientras que la diferencia arterio-venosa de  $O_2$  tiende a disminuir.

#### **(6)**

A parte de la disminución de la presión barométrica y de sus efectos, la exposición a la altura implica generalmente la presencia de otros factores (antes mencionados) que también afectan el rendimiento, como es el Frío la sequedad del aire, y las radiaciones, la Hiperventilación prolongada en ambientes secos produce por lo general una deshidratación hipertónica **(21)**

#### **3.5.2.4. Fisiología Cardiovascular**

En individuos sanos se puede estratificar el estado cardiorrespiratorio a través de la medición del  $VO_2$  máx. expresado en ml/Kg/min o L/min.

Es útil conocer el valor de  $VO_2$  máx. teórico para su posterior comparación con el medido. El calculo de  $VO_2$  máx. Teórico se lo puede realizar a través de formulas, en donde se toma en cuenta de la persona:

- La altura medida en centímetros.
- El peso medido en Kilogramos
- La edad en años

Con estos parámetros se puede aplicar la formula para determinar el consumo máximo de oxígeno teórico, es decir la cantidad de oxigeno que esa persona necesita para cubrir normalmente sus necesidades metabólicas.

Se utilizan 2 constantes que son 56.36 y 0.413

Hombres: peso  $(56.36 - (0.413 \times \text{edad}))$  (1)

**TABLA 5**

**Clasificación del estado Función cardiorrespiratorio  
en función al consumo máximo de Oxígeno  
ml/Kg/min**

EDAD	BAJO	REGULAR	MEDIO	BUENO	ALTO
20-29	< 25	25-33	34-42	45-52	> 53
30-39	< 23	23-30	31-38	39-48	> 49
40-49	<20	20-26	27-35	36-44	> 45
50-59	< 18	18-24	25-33	34-42	> 43

60-69	< 16	16-22	23-30	31-40	> 41
-------	------	-------	-------	-------	------

Esta medición del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.) teórico y comparado con el medido refleja el aporte de  $O_2$  por el sistema respiratorio, el transporte por el sistema cardiovascular y la utilización de este por la célula durante un esfuerzo máximo.

Para la realización de este hecho en laboratorio se utiliza un equipo conocido como espirómetro.

Si no se dispone del equipo de medición se puede hacer el cálculo en campo, no es tan precisa como la espirometría que es una prueba de laboratorio. **(17)**

Hay 2 tipos de pruebas fáciles de aplicar que son las de Cooper y la de Karnoven.

#### **a. TEST DE KARNOVEN.**

En este apartado nos referiremos al cálculo del consumo máximo de oxígeno.

Karnoven, era un fisiólogo reconocido por sus estudios sobre el consumo de oxígeno, diseñó la prueba que toma en cuenta la frecuencia cardiaca (FC) en reposo y el porcentaje (%) de esfuerzo realizado para determinar el  $VO_2$  máx.

Formula:  $VO_2 \text{ máx.} = (FC + 60) \times (FCM - FC)$

$VO_2 \text{ máx.}$  = Cantidad de oxígeno disponible para los tejidos

FC Reposo= Numero de pulsaciones cardiacas por minuto

60= Factor de ponderación (\*)

FCM: Frecuencia cardiaca máxima. (18)

**Tabla 6 (\*)**  
**Como escoger el factor de ponderación**

RANGO	INTENSIDAD % Respecto FcMax	DESCRIPCIÓN
<b>A</b>	<b>50%-60%</b>	<p>En este rango no hay adaptaciones a menos que el nivel físico de la persona sea muy bajo. El metabolismo energético más utilizado es el de los ácidos grasos y la intensidad de trabajo es baja.</p> <p>Puede servir para gente con poco nivel físico o para intercalarlo como trabajo de recuperación de otras sesiones más importantes. Tras una sesión dura, introducir trabajo en este rango hace que la recuperación sea más rápida que si se para completamente.</p> <p>Recomendada para acondicionamiento básico o rehabilitación cardiaca.</p>
<b>B</b>	<b>60%-70%</b>	<p>En este rango ya se empiezan a producir adaptaciones que serán más importantes en función de la calidad y de la cantidad de trabajo que se realice. El metabolismo energético es el de los ácidos grasos y el de los hidratos de carbono, si el nivel de intensidad es elevado la utilización de los hidratos de carbono es mayor. Se puede utilizar en cualquier grupo que tenga un mínimo de condición física.</p> <p>Recomendada para mantenimiento físico y salud.</p>
<b>C</b>	<b>70%-80%</b>	<p>Tiene las mismas características que el anterior pero con más intensidad, por tanto la degradación de los hidratos de carbono será mayor en esta zona que en la anterior. Es un trabajo de más calidad y en donde se pueden obtener unas adaptaciones muy interesantes para la mejora de la condición física. De hecho esta zona es ideal para el entrenamiento de la capacidad aeróbica. Diríamos que es la zona deseada de ritmo cardíaco.</p> <p>Recomendada sólo para deportistas comprometidos y con buena condición física.</p>
<b>D</b>	<b>80%-90%</b>	<p>A este nivel se puede trabajar en o muy cerca del umbral anaeróbico, un poco por encima y un poco por debajo. Cuando se entrena dentro de este rango empieza a ser necesario metabolizar el ácido láctico, ya que se genera este compuesto por la alta intensidad.</p> <p>Se puede entrenar más duro y en muchos momentos con</p>

		ausencia de oxígeno. Sólo se debe utilizar con gente con un buen nivel de condición física. <b>Recomendada sólo para deportistas de alto nivel</b>
<b>E</b>	<b>90% o más</b>	En este rango sólo se puede entrenar si se esta perfectamente en forma, es el caso de los deportistas de élite que están controlados constantemente por profesionales del deporte y de la medicina. Se trabaja siempre por encima del umbral anaeróbico, o sea con deuda de oxígeno. Esto significa que los músculos están utilizando más oxígeno del que puede proporcionar el cuerpo. <b>Recomendada sólo para deportistas de alto nivel</b>

**Frecuencia cardiaca máxima:** En el caso de hombres se resta una constante (220) menos la edad en años y se obtiene la FCM, este parámetro nos indica el limite máximo de pulsaciones por minuto que puede tener una persona para obtener energía de manera aeróbica, es decir por intermedio del oxígeno.

### 3.5.2.5. Factores Intrínsecos que modifican la $VO_2$ max. en el organismo

La  $VO_2$  máx. se define como la mayor tasa de metabolismo aeróbico alcanzable durante la ejecución de un trabajo dinámico. Su valor absoluto depende de la capacidad física del individuo, un parámetro fisiológico que expresa la cantidad de  $O_2$  que consume o utiliza el organismo **(19)**

La  $VO_2$  máx. es muy variable entre individuos y depende fundamentalmente de la Genética, edad, sexo, peso, condición física.

GENETICA: La herencia determina hasta un 70% de la  $VO_2$  máx. y el 20% por el entrenamiento. **(6)**

EDAD: La  $VO_2$  máx. desde el nacimiento aumenta gradualmente en relación con la ganancia de peso, está entre los 18 a 25 años, siendo mas favorable en edades mayores y mayor peso.

SEXO: En cuanto al sexo para cualquier edad es mayor en los hombres que parecen intervenir condicionantes genéticas, hormonales, cantidad de hemoglobina que las mujeres presentan debido a sus ciclos menstruales.

PESO: El  $VO_2$  máx. absoluto dividido por la masa corporal total representa las aptitudes reales cardiopulmonar y biológico músculo esquelética relacionadas con el grado de adecuación físico deportiva ( físico – laboral), el peso magro que a mayor masa muscular mayor  $VO_2$  máx. **(19)**

#### **a. VALORES NORMALES Y REQUERIMIENTOS**

Los valores normales y requerimientos están determinados por la cantidad de oxígeno que requiere el cuerpo para mantener su homeostasis metabólica (producción de energía).

Se puede clasificar los valores normales y requerimientos para:

1.- *Personas entrenadas.*- quienes permanentemente están realizando tareas de ascensión a alturas como deporte.

El requerimiento en estas personas puede oscilar entre 3.5 l/min a 4.3 l/min

Figura. 5



2.- *No entrenadas.*- que son las personas que realizan actividades recreativas en la altura o en nuestro caso de estudio por motivos laborales.

- **El requerimiento en estas personas no entrenadas es de 1.8 a 2.3 L/min.(31)**

En resumen estos valores quieren decir cual es la cantidad de Oxígeno que nuestro cuerpo debe consumir para satisfacer sus necesidades de tipo fisiológico y metabólico, estos valores





Todos estos cambios fisiopatológicos, renales, cardiovasculares y pulmonares desencadenaran la conocida Enfermedad de Montaña, conocido como Mal de Montaña (Chile), Soroche (Perú), Puna (Bolivia), Damgiri (Nepal), Yas (Mongolia).

### **3.5.2.6. Función – Importancia del Oxígeno en el Organismo**

**Definición:** elemento químico gaseoso, incoloro, inodoro e insípido.

**Símbolo químico:** O

**Fórmula química:** O<sub>2</sub>

**Peso atómico:** 15, 9994

**Número atómico:** 8

**Densidad a 0 °C ( temperatura) y 101,3 kPa (presión):** 1,429 g/l

**Punto de ebullición:** 183 °C

**Punto de fusión:** 218,7 °C

**Peso específico del oxígeno líquido en el punto de ebullición:**  
1,118

El oxígeno es vital para todo ser viviente, la oxigenación genera reacciones en todo el organismo: interactúa con elementos químicos, nutrientes, vitaminas y minerales para que el organismo obtenga mayores niveles de energía.

Cada inhalación contiene únicamente el 21% de oxígeno, de esta cantidad el organismo utiliza una quinta parte para generar

energía, el sobrante de los desechos, son expulsados en cada exhalación.

El cuerpo no puede almacenar oxígeno, por lo tanto, es necesario abastecer las células con una cantidad regular del elemento.

El oxígeno es la llave principal para varios procesos bioquímicos relacionados con el metabolismo celular y abastecimiento de nutrientes.

El oxígeno que es inhalado hacia los alvéolos, es recogido por la sangre alrededor de estos sacos de aire, transportándolo de regreso al corazón y alrededor del cuerpo.

A medida que el oxígeno es absorbido en la sangre, el dióxido de carbono es eliminado de la sangre como producto de desecho, regresando a los pulmones y exhalado fuera del cuerpo.

Una buena oxigenación no solamente permite mantenernos vivos, sino que, promueve la salud en general.

El organismo puede trabajar con algunas carencias, como por ejemplo: el ser humano puede resistir sin alimento varias semanas, sin agua, varios días, pero solamente puede sobrevivir unos minutos sin oxígeno.

Al no recibir la cantidad adecuada de oxígeno, las células comienzan un deterioro importante, y de no recibir oxígeno mueren definitivamente, sin la posibilidad de regeneración.

Uno de los síntomas más comunes de falta de oxigenación, es el sentirse desganado, mareado o con la necesidad de bostezar constantemente.

Esta simple falta de oxígeno en el organismo, provoca pérdida de concentración, problemas de aprendizaje y malestar en general.

El sistema respiratorio tiene también la importante función de mantener la sangre a unos niveles ácido-básicos normales. Si la sangre es muy ácida o básica (alcalina), las células mueren.

El cerebro es muy sensitivo a niveles inadecuados de acidez o alcalinidad. Como consecuencia, las funciones cerebrales se detienen, incluyendo aquellas que controlan la respiración.

La falta de oxígeno puede resultar en muerte clínica y eventualmente en muerte biológica.

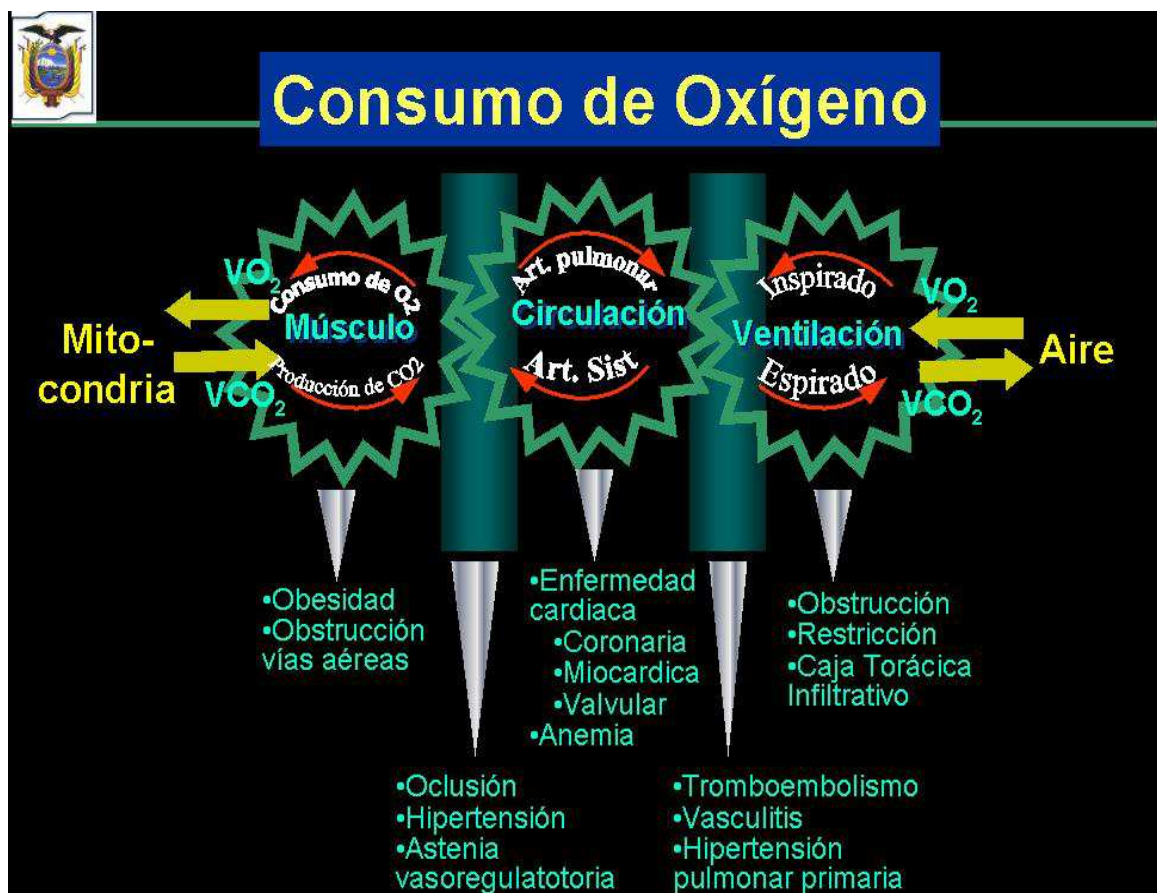
También existe una relación entre la cantidad de oxígeno que maneja el organismo y la quema de proteínas en el sistema digestivo.

Entre más oxígeno tenga el organismo mejor trabajará el sistema digestivo, debido a que el alimento en el estomago desencadena una vasodilatación que permite la mejor producción de ácidos gástricos para la digestión.

Normalmente el corazón humano bombea un promedio de 70 veces por minuto. Los pulmones respiran aproximadamente 14 veces por minuto.

Figura. 7

**Importancia del oxígeno en el organismo y las principales patologías que lo alteran.**



La principal función del oxígeno es la de mantener el metabolismo orgánico en buen funcionamiento mediante la producción de energía.

Las necesidades de energía que el cuerpo requiere en función a su actividad es:

Tabla 7

**Valores del Consumo Metabólico en Función del Tipo de Actividad, según la Norma Internacional ISO 7730.84**

	<b>PRODUCCIÓN METABOLICA</b>	<b>ENERGIA</b>
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SAT/M2</b>	<b>Kcal/h</b>
Reposo, acostado	46	71,4
Reposo, sentado	58	90
Reposo, de pie	70	108,6
Actividad ligera, sentado		
Oficina, escuela	70	108,6
Actividad de pie trab. A maquina	93	144,3
Actividad de pie Industria ligera	116	180
Actividad Media Trabajo en maquinas	165	256

### 3.6. ENFERMEDAD DE MONTAÑA

#### 3.6.1. Definición:

También conocida como Mal de Montaña, Mal de Altura (MAM ó EAM), se la define como el cuadro clínico provocado por la hipoxia hipobárica de la altitud, dicho proceso patológico es por lo general común en el ser humano cuando este se sitúa por encima de los 2.500 metros sobre el nivel del mar para los nativos de alturas inferiores, si bien las manifestaciones suelen ser de carácter leve el mal de montaña puede presentar dos formas graves que amenazan la vida; una es el edema pulmonar no cardiogénico (edema pulmonar de la altitud, EPA) y la otra es una encefalopatía (edema cerebral de la altitud, ECA) **(36)**.

El MAM es un cuadro que se presenta en casi todas las personas que ascienden con rapidez a una gran altitud en un periodo corto de tiempo, los factores de riesgo pre-disponentes para esta patología son edad, sexo, obesidad, antecedentes de haber sufrido la enfermedad, problemas pulmonares, problemas cardiacos.**(2)**

La falta de tiempo suficiente para la aclimatación, el incremento en actividad física y los grados variables de salud son los responsables de las alteraciones agudas, subagudas y crónicas en alturas mayores a 2000m. **(13)**

En la presentación de la enfermedad aguda de montaña (MAM) influyen múltiples factores, los que pueden llevar a un individuo a no estar en las mejores condiciones para exponerse a la altitud. **(10)**

***Estos factores son:***

- 1.- Velocidad de ascenso
- 2.- Altitud alcanzada
- 3.- Hidratación
- 4.- Condición física y nivel de esfuerzo
- 5.- Enfermedades concomitantes
- 6.- Descanso previo inadecuado
- 7.- Susceptibilidad individual

**3.6.2. Clasificación de la MAM:**

Con fines prácticos la MAM se ha dividido en:

- 1.- Enfermedad Aguda de Montaña simple, 3 grados de MAM simple
  - Ligero
  - Moderado
  - Fuerte
- 2.- Edema Pulmonar Agudo de Altitud
- 3.- Edema Cerebral Agudo de Altitud

**3.6.2.1. SINTOMAS Y SIGNOS**

Estos grados del MAM simple están dados por uno o varios síntomas o signos clínicos que han sido ponderados de 1 a 3 Puntos (22).



TABLA 8

Cefaleas Nausea Insomnio Vértigo		1 punto
Cefaleas persistentes Vómitos		2 puntos
Disnea en reposo Fatiga anormal en ejercicio intenso Disminución de la diuresis.		3 puntos
MAM ligero: entre 1 y 3 puntos.		
MAM moderado: entre 4 y 6 puntos		
MAM fuerte: más de 6 puntos.		

- **Período Blanco**

Este período es la presentación de síntomas de la MAM de acuerdo a la intensidad de la Hipoxia y Velocidad de instalación que es de 6 – 12 h promedio, el trabajador esta libre de síntomas **(10-22)**

La susceptibilidad individual es importante debido a que este período puede presentarse hasta en 96 horas o tan rápido como al abrir las puertas de un avión **(10)**

- **Características individuales y MAM (10)**

- **Sexo.**- mujeres mas susceptibles a presentarla
- **Edad.**- mas susceptibles los jóvenes
- **Peso.**- EL IMC elevado es un factor de riesgo para el desarrollo de la MAM, un IMC de 22 kg/m<sup>2</sup> hace menos susceptible que un obeso.
- **Equilibrio hidrosalino,** función renal y respuesta hormonal.- La MAM esta asociada a retención de sodio y agua
- **Respuesta ventilatoria a la Hipoxia.**- Hiperventilación
- **Presión de la arteria pulmonar.**- Hipertensos, EPOC, etc.

Tabla 9  
SINTOMAS Y SIGNOS DEL MAM

	LEVES	MODERADO	GRAVE
SNC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensación de <i>embotamiento</i></li> <li>- Mareos</li> <li>- Nauseas</li> <li>- Vómitos</li> <li>- Escalofríos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cefalea intensa</li> <li>- Anorexia</li> <li>- Insomnio</li> <li>- Irritabilidad</li> <li>- Dificultad concentrarse</li> <li>- Vértigo</li> <li>- Tinitus</li> <li>- Laxitud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encefalopatía aguda</li> <li>- Edema cerebral, - Cefalea grave,</li> <li>- Confusión,</li> <li>- Ataxia</li> <li>- Déficit focales,</li> <li>- Marcha inestable.</li> <li>- gravedad: obnubilación y coma.</li> </ul>
RESPIRATORIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disnea Leve</li> <li>- Cianosis</li> <li>- Hiperventilación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disnea Moderada</li> <li>- Respiración de</li> <li>- Cheyne Stokes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edema</li> <li>- Febrícula,</li> <li>- Tos Seca incesante,</li> <li>- Opresión en el pecho,</li> <li>- Disnea en reposo,</li> <li>- Estertores o sibilancias</li> </ul>
CARDIACOS	Taquicardia	HTA	
RENALES	Oliguria		Anuria
DERMICOS	Palidez Facial	Rubor	
OCULARES		Hemorragia Retiniana	Hemorragia vítrea Papiledema

(10-13)

El conocimiento de la sintomatología y la altura desarrollo el Consenso de grupo de Lake Louise en 1994 crear la encuesta del Mal agudo de Montaña Lake Louise. (14)

**RIESGO DE ACCIDENTES:**

La hipoxia ejerce una gran influencia en el sistema nervioso central, reduciendo el tiempo de respuesta y alterando la visión, por lo que es de esperar que se produzca un aumento de la incidencia de accidentes.

Por encima de 3000 mts., el rendimiento de las personas que efectúan tareas críticas se beneficiaría con suplementos de oxígeno **(5)**.

**3.6.3. TRATAMIENTO****Uso de medicamentos en la prevención y tratamiento del MAM**

**Acetazolamida.**- Actúa a nivel celular bloqueando la enzima anhidraza carbónica lo que tiene como consecuencia evitar la reabsorción de bicarbonato a nivel renal y retención de hidrogeniones produciendo mayor eliminación de bicarbonato desarrollando una acidosis metabólica que contrarresta la Alcalosis respiratoria producida por la hiperventilación en la hipoxia. **(10)**

El uso de acetazolamida ha mostrado utilidad tanto en la prevención como en la profilaxis y el tratamiento del MAM.

1. Aumenta la  $PO_2$  y disminuye la  $PCO_2$
2. Reduce la incidencia y la severidad del MAM
3. Mejora la calidad del sueño
4. Disminuye el número y profundidad de las desaturaciones asociadas a las respiraciones periódicas

Se debe iniciar 250 mg cada 12 h y 48 h antes del ascenso hasta el primer día de estadía en altitud.

El uso continuo a altitudes mayores a los 4500mts. ha demostrado, que además es útil para prevenir el deterioro por ambiente extremo y esfuerzo de altitud. **(33)**

Efectos adversos escasos y bien tolerables: aumento de la diuresis, parestesias de dedos, alteración del gusto,

**Dexametazona.**- Ha sido usada a razón de 4 a 6 mg c/6hm demostrándose útil en la prevención y tratamiento del edema cerebral, La asociación de la acetazolamida y la dexametazona han demostrado que es mas efectiva que el uso de la acetazolamida sola **(10)**. Útil en la prevención y tratamiento del edema cerebral, mayor efectividad asociada a la acetazolamida **(32)**

**Nifedipino.**- En sujetos SUSCEPTIBLES a desarrollar EAP de altitud dosis de 20 mg retard c/8h previene el aumento de la presión de la

arteria pulmonar y el desarrollo de edema agudo de pulmón no se recomienda su uso en personas sin antecedentes de EAP de altitud o que presenten solo MAM simple. **(34)**

**Aines:** Los analgésicos anti-inflamatorios no esteroidales son útiles para el tratamiento de la cefalea. Se recomienda su uso a dosis altas, por vía oral, ejemplo:

Naproxeno 550mg; Diclofenaco 75mg; paracetamol 1000 mg; Ac, acetil salicilico 1000 mg; Piroxicam 20 mg.

**Tabla 10**

Tratamiento del MAM **(10)**

	CASOS		
	LEVES	MODERADOS	GRAVES
DESCENSO	- DESCENDER 500 M - DETENER EL ASCENSO	DESCENDER MAS DE 500 M	EVACUACION
OXIGENO	NO NECESARIO	2 LTR/ MINUTO	4 LTR /MINUTO
ACETAZOLAMIDA	125 – 250 mg VO BID	250 mg bid	NO
DEXAMETAZONA	NO	4 mg IM QID	8 mg IM o IV inicial, luego 4 mg IM QID
ANALGESICOS	AINE's CON HORARIO	AINE's CON HORARIO	
ZOLPIDINE	NO	10 mg/día	NO

### 3.7. ENCUESTA DE LAKE LOUISE

La evaluación de la gravedad de la situación en un sujeto que esta desarrollando un mal agudo de montaña es un problema en gran parte subjetivo y de susceptibilidad individual.

El uso de cuestionarios ha sido eficaz en la evaluación de síntomas. Para ello se han desarrollado varios cuestionarios: 1.- Evans creó en 1966 el High Altitude Questionary (GHAQ) 2.- Kobrick et al en 1979 el Environmental Symptoms Questionary (ESQ) que tuvo varias modificaciones (ESQ I, ESQ II, ESQ III, ESQ IV) **(9)**

Debido a la complejidad y demasiada información necesaria para estos cuestionarios, durante el 7th Internacional Symposium sobre Hipoxia, en

el Lago Louise, en Canadá 1991 se realizó una conferencia de consenso (Consensus on the Definition and the Quantification of Altitude Illness), que se discutió otra vez dos años más tarde en 8th International Symposium.(23)

El cuestionario consta de 3 partes:

1ra.- Autodiagnóstico

2da.- Signos clínicos

3ra.-Signos funcionales (poca importancia). (9)

#### **a. AUTODIAGNOSTICO**

- Cefalea
- Síntomas Gastrointestinales
- Debilidad o fatiga
- Inestabilidad o vértigos
- Trastornos del Sueño

Cada uno de estos se puntúan de 0 a 3, sin síntomas= 0; Leves= 1;

Moderados= 2; Intensos= 3

#### **b. SIGNOS CLINICOS**

- ***Cambios del estado mental***
  - Ausencia = 0; Coma = 4

- **Ataxia**
  - Ausencia = 0; No mantenerse en pié = 4
  
- **Edema periférico**
  - No = 0; Un solo sitio = 1; Varios lugares = 2

Con un total que podría ir de 0 a 25

### **c. SIGNOS FUNCIONALES**

Se refiere a las consecuencias funcionales de los signos y síntomas evaluados (de 0 a 3 puntos).

Ver cuestionario Anexo para conocer la tabla de Lake Louise

## **3.8. ANÁLISIS DEL RIESGO DEL TRABAJO EN ALTURA.**

### **3.8.1. Concepto de Trabajo y Salud:**

#### **a. TRABAJO:**

Aun siendo un concepto no muy sencillo de explicar, se llegó a aceptar como concepto de Trabajo:

*“Toda actividad social convenientemente organizada, que a través de la combinación de una serie de recursos de materiales diferentes que*



*permite al ser humano alcanzar unos objetivos prefijados y satisfacer sus necesidades". (25)*

#### **b. SALUD:**

La Organización Mundial de la Salud definió en el año 1948:

*"la salud es un estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de daño y enfermedad"*

Dado que la salud va a estar íntimamente relacionada con el trabajo y mas concreto con la forma como este se lleva a cabo, es conveniente estudiar aquellas condiciones relacionadas con el trabajo que van a incidir directamente sobre la salud de los trabajadores. **(25)**

Luego de concebir a la salud como, un concepto considerado integral, no es lo mas acertado estudiar las Condiciones de Trabajo sus repercusiones sobre la salud y encaminadas a luchar contra accidentes o enfermedades profesionales, sino, que lo mas lógico es estudiarlas desde la óptica global de las Condiciones de Trabajo, porque va a englobar un conjunto de variables que definen a la tarea y el ENTORNO en que esta se realiza. **(25)**

#### **c. CONDICIONES DE TRABAJO**

Todo esto llevo a plantearse el estudio de los problemas Relacionados con la prevención de los riesgos Derivados del trabajo que el mero hecho del estudio separado de las causas técnicas y humanas que producían los accidentes. **(25)**

Con esto se empezó a identificar nuevos riesgos o al menos desconocidos como eran: Trabajos en turnos, los ritmos, organización científica **(25)** en donde se puede incluir el trabajo en altura. Debido a que no solo influyen en el incremento y potenciación de los accidentes convencionales, sino que también afectan al equilibrio psicofisiológico influyendo sobre las CAPACIDADES DE PERCEPCION, atención, vigilancia, etc. **(25)**

Consecuencia de todo esto las Condiciones de Trabajo abarcan una serie de elementos y circunstancias que rodean la actividad laboral:

- Condiciones Materiales:

Correspondientes a la realización del trabajo (en altura):

- ◆ El esfuerzo
- ◆ La fatiga
- ◆ La temperatura
- ◆ La ventilación

- Condiciones de Seguridad:

- Presencia de Contaminantes:

- Características de la tarea: Trabajo en altura
- Características de la jornada: 10/4

**El estudio del medioambiente físico del trabajo.-** Dentro de este grupo se encuadra principalmente el medio ambiente físico del trabajo fundamentalmente con las condiciones físicas como son:

Acústicas, vibraciones, iluminación, radiaciones ionizantes y no ionizantes, condiciones termo higrométricas, con el fin de establecer tanto niveles de exposición como desarrollar tareas de una forma eficiente sin afectar su rendimiento **(25)**.

El trabajo en altura conlleva una disminución de la capacidad de oxigenación del organismo llevando al trabajador a estados de Hipoxia lo que se traducirá en disminución de su capacidad tanto física como mental incrementando el riesgo de accidentes, así como también considerar el tiempo de exposición a condiciones de baja presión atmosférica (tiempo de permanencia del trabajador en altura) siendo este un parámetro importante a considerar en el momento de la evaluación de riesgos.

A la hora de evaluar las Condiciones de Trabajo sería necesario tener en cuenta las diferentes consecuencias que podrían tener sobre la Salud de los trabajadores, que en el caso del trabajo en altura son:

Accidentes de trabajo: las consecuencias a la salud de la exposición a la altura toda lesión presentada en el hombre al no estar incluidas en el cuadro de enfermedades profesionales se las catalogará como Accidente laboral, ej: Edema agudo pulmonar de altitud, Edema cerebral de altitud, poliglobulia, Hipertensión pulmonar, etc.

- Enfermedades profesionales y derivadas del trabajo
- Enfermedades provocadas por compresión y descompresión atmosférica **(26)**:
- Trabajos subacuáticos en operadores de cámaras submarinas hiperbaricas con escafandra y provistos de equipos de buceo autónomo.
- Todo trabajo realizado en un medio Hiperbárico
- **En donde se debería incluir también Todo trabajo realizado en un medio *Hipobarico***
- Deficiencia mantenida de los sistemas de presurización durante vuelos de gran altitud.
- Fatiga física
- Fatiga mental

### **3.8.2. Riesgo: Identificación – Medición – Evaluación - Control**

#### **3.8.2.1. Identificación**

Las condiciones de trabajo en la altura a las que va a estar expuesto el trabajador durante ocho horas laborables, son por tratarse del medio ambiente

#### **a. ASPECTOS SANITARIOS ASOCIADOS AL TRABAJO EN GRANDES ALTITUDES.**

Son muchas las personas que trabajan en grandes altitudes especialmente en los Andes americanos y el Tibet, generalmente en tareas de pastoreo, minería, observación (telescopios). La mayoría son habitantes del sector, el problema surge por el aumento en la demanda de trabajo y la escasez de estos en estas zonas lo que obliga al empleo de trabajadores de altitudes inferiores y otra razón son las condiciones económicas.

Antes se establecían campamentos en el lugar de trabajo en la altura pero ahora se prefiere transportar a los trabajadores día a día desde bajas altitudes al lugar de trabajo en la altura, el motivo de este cambio *no es puramente económico*: los motivos son: La calidad de vida en altitud es menor. **(5)**

La tolerancia a la altura suele mejorar al cabo de 2 a 3 días, el ascenso y descenso diario no permite una adaptabilidad adecuada.

En este sentido la capacidad máxima de trabajo disminuye y la fatiga aparece con rapidez, desciende la eficacia mental y la concentración, hay mala calidad de sueño, la respiración aumenta y disminuye constantemente según el ascenso y descenso.

Muchas personas que inician sus labores en altitudes se dan cuenta que no son capaces de resistir, para lo que se hace imprescindible la selección de personal **(5)**, conforme a la vigilancia Médica de exámenes pre-ocupacionales:

Un factor de Riesgo del trabajo es una condición que causa daño a la salud del trabajador, es Probabilística – multicausal en la que el trabajador no siempre esta expuesto. **(11)**

Para entender mejor lo que es salud el concepto propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su Constitución de 1946, la define como *el estado de completo bienestar físico, mental, espiritual, emocional y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades.* **(12)**

A efectos de este trabajo tabla 11 ha agrupado los factores de riesgos a partir de su origen. **(5)** y la tabla 12 jerarquiza la altura , síntomas y tratamiento.

### Tabla 11

## IDENTIFICACION DEL RIESGO FISICO

ORIGEN	CONDICIONES DE TRABAJO	FACTORES DE RIESGO	EFECTO BIOLÓGICO
AMBIENTE	Altura	Presión Barométrica, reducción.	Disminución de la presión parcial de oxígeno arterial

3.8.2.2. Medición**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para analizar los resultados debido al tamaño de la muestra se empleó LA DISTRIBUCION  $t$  y LA PRUEBA DE HIPOTESIS mediante la PRUEBA  $t$  PAREADA. (42)

Se analizaron los datos correspondientes, los basales pareados con los post-laborales.

Los resultados se correlacionaron con una  $t$  alfa del 10% de significancia estadística. (42)

**Media general de la muestra**

PARAMETRO	MEDIA

## DATOS OBTENIDOS

### BASAL

Paciente	FC/min	FCM	V02teorica: peso(56.36- (0.413xedad))	V02real: (FC+60)x(FCM- FC)	FR/min	SatO2%	LL
1	50	190	2396,37	1,54	13	91	0
2	56	187	2465,58	1,52	14	83	0
3	56	195	3406,59	1,61	16	93	0
4	66	193	2567,87	1,60	14	93	0
5	60	198	2685,16	1,66	15	89	0
6	105	178	2305,73	1,20	14	85	0
7	80	194	3604,14	1,60	16	89	0
8	60	193	3345,47	1,60	14	90	0
9	64	198	2793,89	1,66	16	90	0
10	80	196	3065,57	1,62	12	89	1



**DATOS OBTENIDOS  
POSTLABORAL**

Paciente	FC/min	FCM	VO <sub>2</sub> teorica: peso(56.36- (0.413xedad))	VO <sub>2</sub> real: (FC+60)x(FCM- FC)	FR/min	SatO <sub>2</sub> %	LL
1	68	190	2396,37	1.34	20	89	3
2	76	187	2465,58	1.29	21	84	0
3	70	195	3406,59	1.45	24	93	2
4	90	193	2567,87	1.30	21	90	1
5	84	198	2685,16	1.37	24	86	1
6	106	178	2305,73	1.19	28	85	1
7	86	194	3604,14	1.51	22	86	1
8	90	193	3345,47	1.24	26	86	3
9	69	198	2793,89	1.60	27	88	0
10	102	196	3065,57	1.32	25	87	0
11	72	193	3083,25	1.45	20	87	0
12	92	178	2301,83	1.16	20	88	1

### Media de datos basal y Post laboral

	PARAMETRO	MEDIA
<b>BASAL</b> <b>0 h</b>	FC	68 x´
	FR	15 x´
	Sat.O <sub>2</sub>	88.83 %
	VO <sub>2</sub> máx	1.55 L/min
<b>POSTLABORAL</b> <b>8 h</b>	FC	85 x´
	FR	24 x´
	Sat.O <sub>2</sub>	90.08 %
	VO <sub>2</sub> .máx	1.33 L/min

#### 3.8.2.3. Evaluación

Para realizar la evaluación del riesgo del trabajo en altura, en primer lugar jerarquizaremos el riesgo que implica trabajar a distintas altitudes y los síntomas que se presentan.

Tabla 12. JERARQUIZACION DE RIESGO DE ACUERDO A LA ALTURA

ALTITUD	m.s.n.m	PB mm/hg	Presión de oxígeno mm/hg	Signos y Síntomas	Tratamiento	Prevención
BAJA	0 – 2500	760 - 596	159 - 125	Sin efectos o efectos moderados en personas susceptibles	Ascender lentamente	Vigilar signos y síntomas
MEDIANA	2500 – 3800	526 - 493	110 - 103	LEVE Disminución de la capacidad aeróbica: Cefalea-nausea-mareos-fatiga durante las primeras 12 horas luego de un ascenso rápido a la altura	Descender 500m o mas ;o detenerse, descansar y aclimatarse: o una rápida aclimatación con Acetazolamida (125 o 250 mg dos veces al día.	Ascender lentamente; permanecer una noche en altitud intermedia; evite el sobre esfuerzo; acetazolamida (125 o 250 mg ) iniciar 1 día antes de ascender y 2 días después.
GRANDE	3800 – 5800	463 - 405	97 - 85	MODERADA Cefalea moderada , marcada nausea, laxitud, mareos, insomnio, Deterioro intelectual. Dificultad para resolver problemas aritméticos simples, Efectos perceptibles durante el trabajo función, Efectos perceptibles en reposo. Se considera de riesgo para una persona expuesta.	Descender mas de 500m ; Acetazolamida 250 mg dos veces al día, Dexametazona 4 mg IM cada 6 horas. Oxígeno bajo flujo 2 litros por minuto.	Ascender lentamente; permanecer una noche en altitud intermedia; evite el sobre esfuerzo; acetazolamida (125 o 250 mg ) iniciar 1 día antes de ascender y 2 días después. Tratar los síntomas de mal agudo de montaña INMEDIATAMENTE.
EXTREMA	> 5801	< 405	< 85	SEVERAS No se puede vivir en forma permanente. Laxitud severa, confusion mental, ataxia. Disnea, tos seca, cianosis, taquicardia, taquipnea, rales pulmonares	Descenso INMEDIATO, o EVACUACION, Oxígeno 4 a 6 litros por minuto y descender los mas rápido posible. Dexametazona 8 mg IM o IV dosis inicial 4 a 6 mg IM cada 6h.  En caso de Edema Pulmonar administrar Nifedipino 10 mg Vo y 30 mg cada 12h.	Evitar el ascenso rápido hasta los 2750m, evitar los sobre esfuerzos considerar tomar acetazolamida (250 mg 2 veces al día) , Tratar los síntomas de mal agudo de montaña INMEDIATAMENTE. Considerar tomar Nifedipina antes de Ascender en personas sensibles.

(4-14)

## a. EVALUACION

PROBABILIDAD RIESGO FISICO					CONSECUENCIA A LA SALUD				
AMBIENTAL					A	B	C	D	E
PUNTAJE	ALTURA msnm	PB mm/Hg	PO2	PAO2	Nunca presenta Síntoma	Antecedentes de MAM	Síntoma LEVE	Síntoma MODERADO	Síntoma GRAVES
0	0	760	159	99.73					
1	1000	674	141	81.67	Prevencción				
2	2000	596	125	65.29		Leve			
3	3000	526	110	50.38			Moderado		
4	4000	462	97	37.15				SEVERO	
5	>5000	405	85	25.01					

**PREVENCION**


En el que el trabajador no presenta riesgo de comprometer su vida con el trabajo en altura, no necesita ningún tratamiento o requiere cuidados mínimos.

**RIESGO LEVE**

El trabajador presenta Riesgo de sufrir Mal Agudo de Montaña Leve, pequeñas molestias cerebrales, gástricas como son Dolores de cabeza, nauseas, vómitos, que ceden con analgésicos y que puede compensarse entre 4 a 6 horas, no esta en riesgo su vida, requiere de tratamiento preventivo (acetazolamida previo a la ascensión)

**RIESGO MODERADO**

El trabajador presenta Riesgo de sufrir Mal Agudo de Montaña Moderado, Deterioro intelectual. Dificultad para resolver problemas aritméticos simples, Efectos perceptibles durante el trabajo función, Efectos perceptibles en reposo. Se considera de riesgo para una persona expuesta. El riesgo de sufrir accidentes se incrementa, si no se compensa entre las 4 a 6 horas suspender el ascenso y descansar algunas horas, requiere de medicación previa al ascenso, se requiere de oxigeno suplementario.

**RIESGO SEVERO**

Riesgo de sufrir Mal Agudo de Montaña Fuerte, con riesgo de padecer Edema agudo de Pulmón y Edema Agudo Cerebral, el compromiso para su vida es muy alto.

Cabe recalcar que este análisis de Riesgo es hecho para personas NO ENTRENADAS

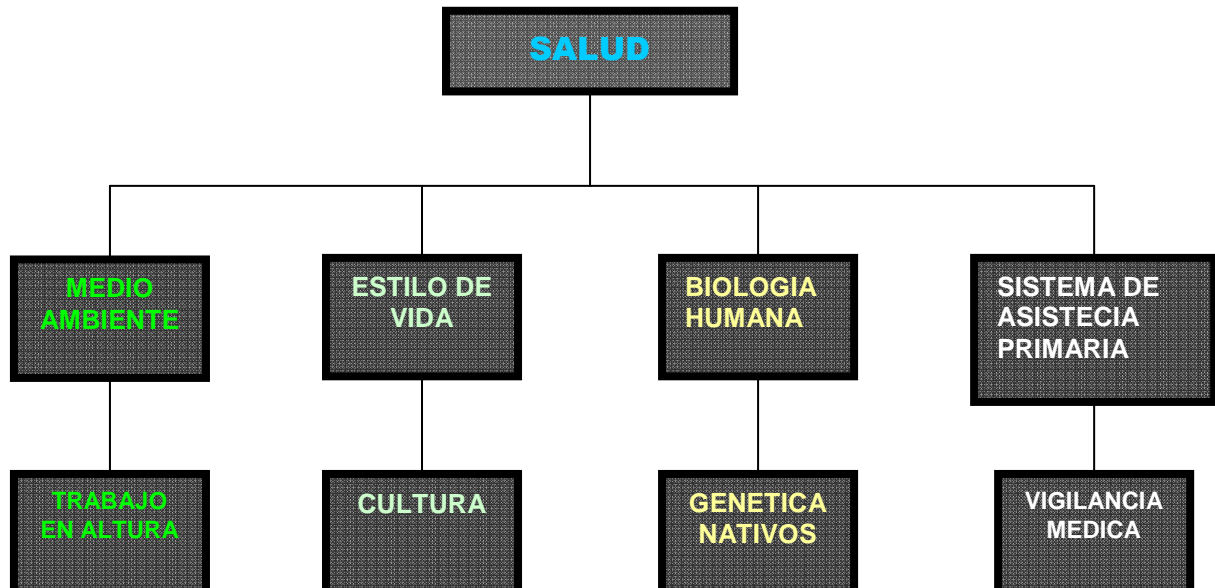
### 3.8.2.4. Control

#### 1. DETERMINANTES DE LA SALUD

Entendido el concepto de la SALUD es conveniente analizar los determinantes de la salud o condicionantes de SALUD Y ENFERMEDAD. (38)

En 1974 en el Ministerio de sanidad de Canadá construyó un modelo (informe de LALONDE) que ha pasado a ser clásico de los determinantes de la salud y que es muy útil en este trabajo:

Figura. 8



**Salud en el Trabajo.-** La salud laboral se ocupa del hombre en relación con su trabajo y con ambiente laboral, tanto desde el

punto de físico como mental, incluye estudios de todos los factores relacionados con el trabajo, con los métodos de trabajo, con las condiciones y con el ambiente laboral, que pueden causar enfermedades, lesiones o alteraciones de la salud.

Salud laboral significa “protección y promoción de salud” que pueda mejorar la salud y la capacidad del trabajo y el trabajador.

**(38)**

***En resumen: La adaptación del trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo.***

**Finalidad de la medicina del trabajo, esencialmente preventivo:**

- 1.- Asegurar la protección de los trabajadores contra cualquier factor de agresión derivado del trabajo.
- 2.- Contribuir a la acomodación física y mental de los trabajadores mediante la adaptación de trabajo al hombre.
- 3.- Fomentar y asegurar el bienestar físico y mental del hombre que trabaja.

**Así la Seguridad y la Salud se instauran de tres formas diferentes:**

- a.- Mediante Legislación



b.- Mediante los servicios de salud Laboral en las fuentes de trabajo

c.- Mediante Investigaciones o estudios de campo, así como Formación y Educación.

Lo que respalda la realización de este trabajo por cuanto en la legislación laboral ecuatoriana en el REGLAMENTO GENERAL DEL SEGURO DE RIESGOS DEL TRABAJO, Resolución 847 del 12 de febrero de 1996 que reforma la Resolución 741 del 18 de Septiembre de 1990, DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO Y DE LAS ENFERMEDADES PROFESIONALES, en el art. 4. Se consideran agentes específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional los siguientes:

#### AGENTES FÍSICOS

1) Aumento o disminución de la presión atmosférica (presiones anormales en el trabajo).

En la ley española RD 1299/2006 referente a enfermedades profesionales en donde menciona a los producidos por ambientes Hiperbáricos y no a los Hipobárico.

Podemos elaborar la investigación presente para el inicio de la prevención de los trabajadores al MAM en el Ecuador.

## 2. VIGILANCIA DE LA SALUD

Existen 2 grandes grupos de objetivos:

a.- Técnicas para el trabajador INDIVIDUALES

b.- Técnicas para los colectivos sobre el individuo  
COLECTIVOS

**Objetivos individuales.-** estudio de las patologías que inciden sobre el trabajador.

- a.- Detectar precozmente las alteraciones de la salud
- b.- Identificar individuos con mayor susceptibilidad
- c.- Identificar individuos sensibles

En nuestro estudio se justifica por cuanto ***“la respuesta individual a la altura que es un determinado riesgo, variara de un a persona a otra dependiendo de una serie de factores como edad, sexo, raza, etc.”***

**Objetivos colectivos.-** *Cuya finalidad es proteger a todo un grupo de trabajadores en conjunto:*

- a.- Seguimiento y control del estado de salud*
- b.- Aportar datos para la evaluación ambiental.*
- c.- Evaluar la eficacia de nuestras actuaciones*
- d.- Intervenir en los planes de educación sanitaria*

### 3. TECNICAS UTILIZADAS EN LA VIGILANCIA DE LA SALUD

Se clasifican en tres categorías

**Tabla. 13**

<i>TECNICA</i>		<i>OBJETIVOS</i>
<i>CONTROL</i>	<i>EXPOSICION</i>	<i>EVALUAR LA SALUD</i>
<i>BIOLOGICO</i>	<i>EFECTO</i>	<i>DETECCION PRECOZ</i>
<i>SCREENING O CRIBADO</i>		<i>DETECCION PRECOZ</i>
<i>VIGILANCIA DE LA SALUD</i>		<i>ESTADO DE LA SALUD</i>

En nuestro estudio se aplica de la siguiente manera: **(39)**

- a. Control biológico.- Control y vigilancia de los niveles de hemoglobina y hematocrito en sangre, determinación de oximetría de pulso (portátil) en el lugar de trabajo para detectar de una manera precoz disminución de la saturación de oxígeno, radiografías de tórax.
- b. Screening o cribado.- Determinación en el área de trabajo de la frecuencia respiratoria y frecuencia cardiaca en el trabajador, aplicación del Test de Karnoven y de la encuesta de Lake Louise,

que permita determinar si el trabajador esta sufriendo de MAM o esta en período de adaptación o aclimatación.

- c. Vigilancia de la salud.- La manera de evaluar los efectos del trabajo en la salud de los trabajadores, o en su caso para verificar si el trabajo es peligroso para el propio trabajador o para sus compañeros.

1. Estudio de la Historia Clínica Actual del trabajador

- i. Entrevista personal (anamnesis)
- ii. Examen físico
- iii. Exámenes de laboratorio
- iv. Estudios y pruebas complementarias en función a los riesgos que va a estar expuesto
- v. Descripción del puesto de trabajo y tiempo de permanencia en el.
- vi. Detección de riesgos

2. Estudio de los antecedentes laborales del trabajador, objetivando los riesgos existentes en su trabajo actual y en los anteriores.

- vii. Trabajos desempeñados anteriormente y períodos de tiempo de permanencia.
- viii. Riesgos a los que estaba sometido.

ix. Si sufrió u ocasionó algún accidente o si existes secuelas.

x. Si ha padecido de alguna enfermedad de tipo profesional.

3. Estudio del absentismo de las enfermedades comunes y profesionales

4. Estudio y seguimiento de los accidentes y de sus secuelas.

Esta secuencia permite hacer una estimación lo mas completa del estado de salud que defina la capacidad física y mental para adaptar el trabajo a la persona y prevenir cualquier deterioro de la salud por la realización del trabajo. (39)

#### **4. PROCEDIMIENTO LABORAL**

Las personas que se sometieran por primera vez a la Hipoxia Hipobárica deben pasar por un examen medico clínico y físico en sus lugares de origen.

Medidas aconsejables para el personal que será destinado a trabajar en grandes altitudes a partir de los 3000 mts.

Se recomiendan los siguientes estudios: **(15)**

#### **TIPOS DE RECONOCIMIENTOS**

- a. **RECONOCIMIENTO INICIAL.-** Debe efectuarse de forma inmediata a la incorporación al trabajo o tras las asignaciones de tareas o funciones EN LA ALTURA que puedan conllevar a riesgos para la salud, se realizara la apertura de HISTORIA CLINICA Y ESPECIFICARA LA ANAMNESIS Y EXAMEN FISICO, ENFOCADO A LOS SISTEMAS CARDIACO Y PULMONAR. **(15-39)**
- b. **RECONOCIMIENTO PREVIO.-** Resulta necesario en puestos de trabajo con riesgo de enfermedades profesionales. En estos casos se debe hacer un reconocimiento medico con carácter previo a la admisión del trabajador, por ejemplo, trabajos en altura . **(15-39-41)**

En base a los resultados obtenidos si el postulante en anamnesis y examen físico no presenta problemas se solicitaran evaluación de gabinete:

- i. Hemograma
- ii. Radiografía de tórax
- iii. Electrocardiograma
- iv. Espirometría

Los resultados permitirán al médico autorizar o no el viaje a la altura, o determinar otras medidas.

Para quienes sea autorizado el viaje, se recomienda que los resultados de estos exámenes, incluyendo un resumen clínico, sean portados por los interesados durante su estadía en la altura.

Calificación de Aptitud:

- **APTO:** Cuando la Evaluación medica no se evidencia ninguna condición que contraindique el ascenso. **(41)**
- **APTO CON RESTRICCIONES:** Cuando alguna condición contraindica parcialmente el ascenso o trabajo**(41)**
- **NO APTO:** Cuando alguna condición contraindica totalmente el ascenso o trabajo**(41)**
- **PENDIENTE:** Cuando existe alguna condición o patología que requiere mayor estudio o tratamiento, para luego ser reevaluados y poder incluirlo dentro de las tres categorías anteriores. **(41)**

**c. RECONOCIMIENTO PERIODICO.-** Se efectúa con la periodicidad que se determine en función de la legislación específica a aplicar, según se establezca como resultado de la evaluación de riesgos, o según las peculiares condiciones individuales del trabajador.

Como en cualquier altura se recomienda un control anual de salud que contemple además del hemograma, la exploración funcional respiratoria y el electrocardiograma.

Para todos los recién llegados de alturas inferiores a 2500mts., es recomendable un control médico y funcional, similar al realizado en sus lugares de origen, durante el período comprendido entre el 4o. y 7o. día de llegada a la altura para detectar anomalías. En este tipo de reconocimiento se realiza la PRUEBA DE KARNOVEN a fin de determinar si el consumo de oxígeno es el adecuado. Para el efecto se recomienda llevar consigo los resultados de los exámenes en los lugares de origen, a fin de permitir una comparación de los obtenidos en la altura.

Es importante remarcar que las molestias por falta de aclimatación se presentan durante los tres primeros días de estadía en la altura. Molestias posteriores pueden tener otros orígenes, independientes de la altura y deben ser indagadas por los especialistas correspondientes, volviendo a calificarlos con los mismos criterios del reconocimiento PREVIO. **(15-39-41)**

**d. RECONOCIMIENTO POSTOCUPACIONAL.-** en determinadas circunstancias la vigilancia de la salud tiene que continuarse una vez finalizado el contrato laboral, dado que el riesgo de que determinadas enfermedades profesionales puedan empezar a manifestarse transcurrido un determinado período de tiempo. **(15-39)**



**a. TRAS LA AUSENCIA PROLONGADA DEL TRABAJADOR POR MOTIVOS DE SALUD.**

**f. RECONOCIMIENTO A TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES.-** Es decir, a aquellos trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido (embarazadas, lactancia, diabetes, hipertensión, etc.) están incluidos trabajadores que tengan algún tipo de discapacidad sea, física, psíquica o sensorial. (39-40)

## **5. PROPUESTA PARA RECONOCIMIENTO PREVIO AL EMPLEO PARA TRABAJO EN ALTURA: HISTORIA CLINICA**

Es necesaria la evaluación médica, se detallan los aspectos relevantes en la evaluación médica previa al trabajo en altura:

**a. Historia Clínica para trabajadores que se expondrán a la altura (anexo 5)**

**b. Formación e información a los trabajadores , del riesgo de sufrir Hipoxia Hipobárica en la Altura (Anexo 5)**

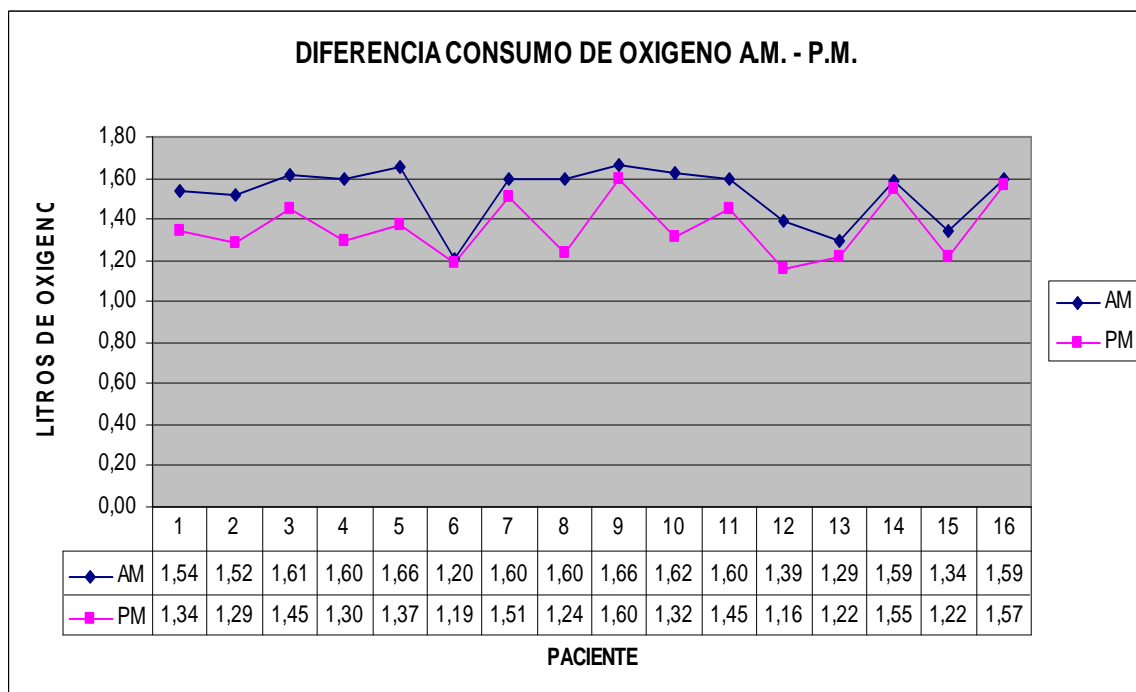
## CAPITULO 4

### RESULTADOS

En base a los datos obtenidos en la investigación los resultados son los siguientes:

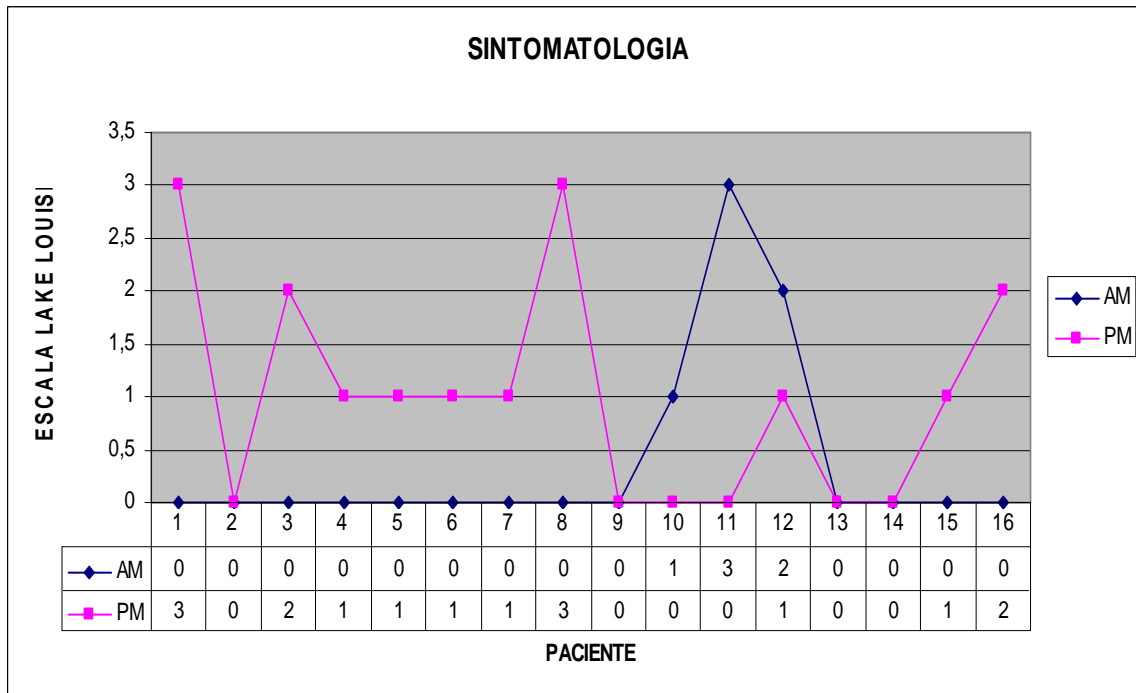
#### GRAFICOS

#### 1. DIFERENCIA DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO BASAL Y POSTLABORAL

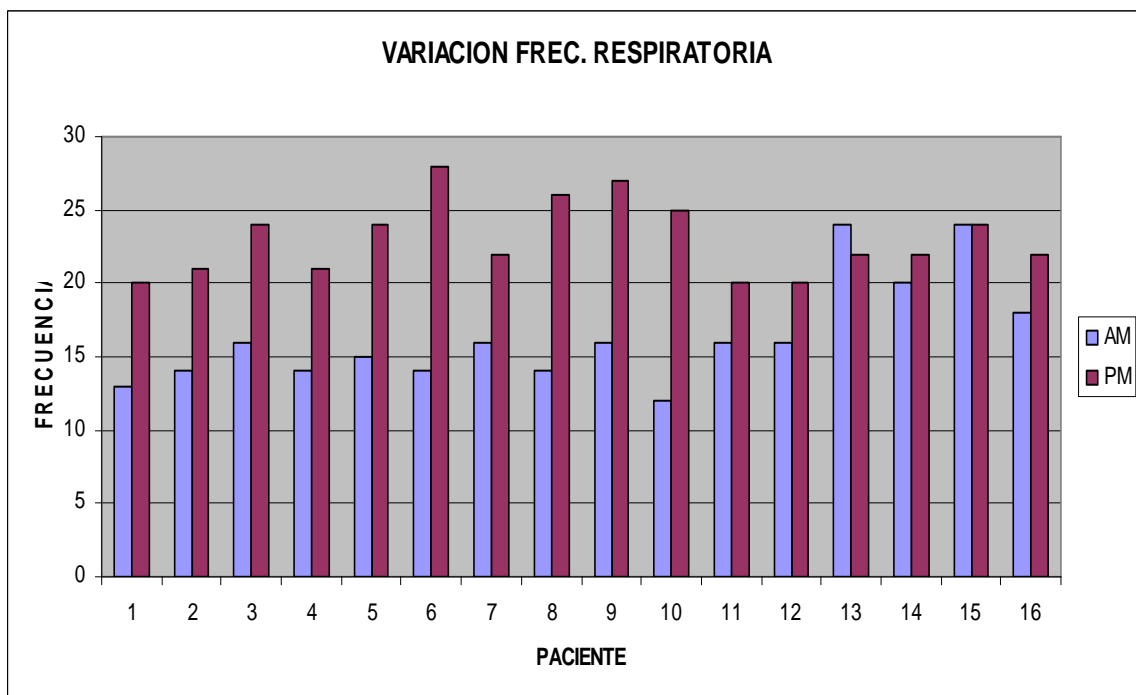


## 2. SINTOMATOLOGÍA PRESENTADA

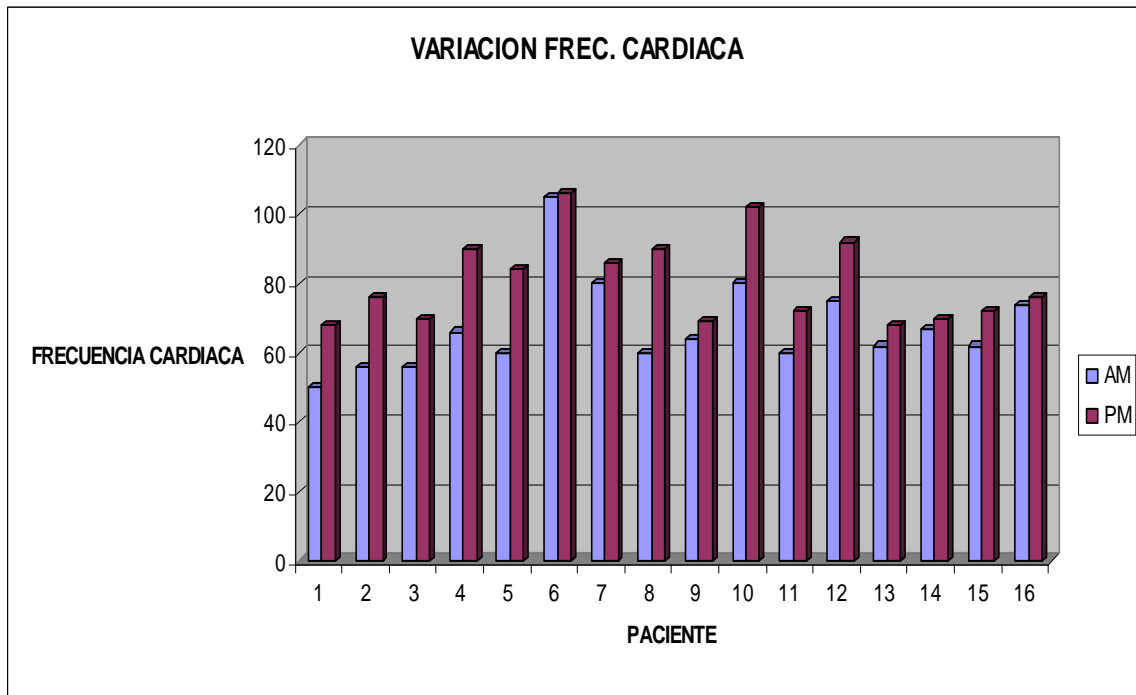
### BASAL Y POSTLABORAL



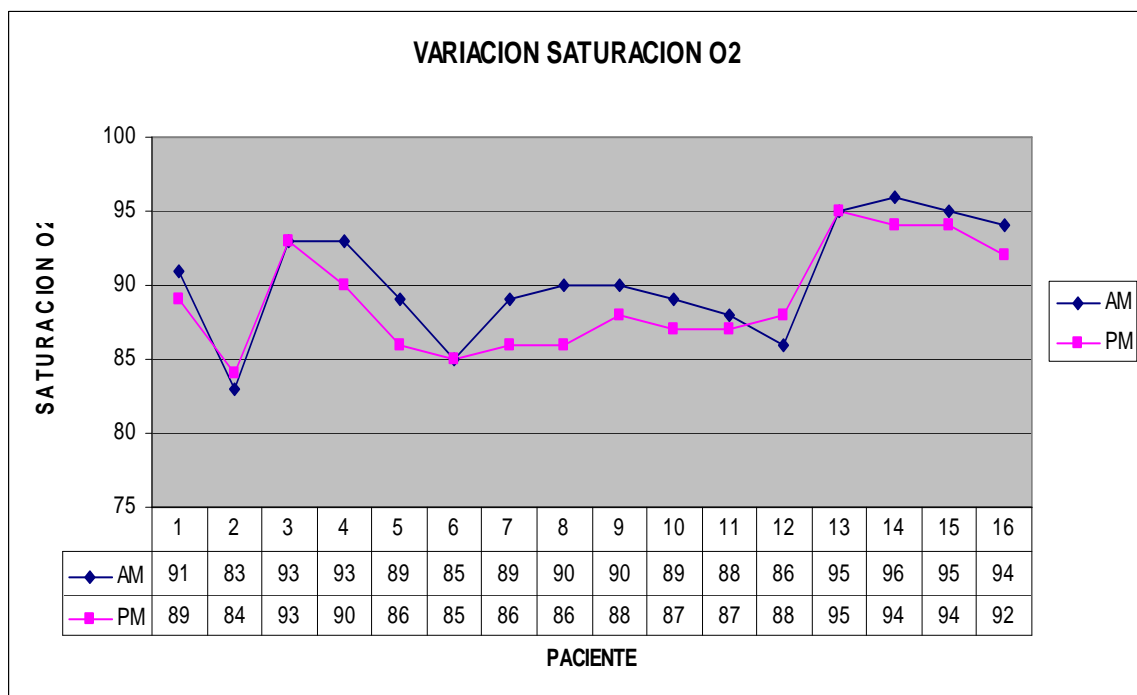
## 3. VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA BASAL Y POSTLABORAL EN RESPUESTA A LA ACLIMATACIÓN COMPENSACIÓN RESPIRATORIA



#### 4. VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA BASAL Y POSTLABORAL EN RESPUESTA A LA ACLIMATACIÓN COMPENSATORIA



#### 5. VARIACIÓN DE LA SALTURACION DE OXIGENO BASAL Y POSTLABORAL COMPENSADA



**PRUEBA DE HIPOTESIS**  
**CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO**

**VO<sub>2</sub> MAXIMO**

VO2 max Basal	VO2 max postlaboral	Diferencia	
1,54	1,34	0,20	
1,52	1,29	0,23	
1,61	1,45	0,16	
1,60	1,30	0,30	
1,66	1,37	0,29	
1,20	1,19	0,02	
1,60	1,51	0,08	
1,60	1,24	0,36	
1,66	1,60	0,06	
1,62	1,32	0,31	
1,60	1,45	0,14	
1,39	1,16	0,23	
1,29	1,22	0,07	
1,59	1,55	0,04	
1,34	1,22	0,12	
1,59	1,57	0,03	
<b>Promedio</b>	<b>0.17</b>	<b>DS</b>	<b>0.1117636</b>
<b>t<sub>0</sub></b>	<b>6.08</b>	<b>Alfa 10%</b>	<b>2.602</b>

Puesto que t<sub>0</sub> es 6.08 y no cero, es mayor a alfa (2.602) la hipótesis nula no se comprueba, Si hay cambios en la VO<sub>2</sub> máxima (consumo de oxígeno) luego de 8h de trabajo sobre os 3000mts.

**SINTOMATOLOGIA PRESENTADA EN LA ALTURA**  
**ENCUESTA DE LAKE LOUISE**

Lake Louise Basal	Lake Louise poslaboral	Diferencia	
0	3	-3,00	
0	0	0,00	
0	2	-2,00	
0	1	-1,00	
0	1	-1,00	
0	1	-1,00	
0	1	-1,00	
0	3	-3,00	
0	0	0,00	
1	0	1,00	
3	0	3,00	
2	1	1,00	
0	0	0,00	
0	0	0,00	
0	1	-1,00	
0	2	-2,00	
<b>Promedio</b>	<b>-0.63</b>	<b>DS</b>	<b>1.543</b>
$t_0$	<b>-0.415</b>	<b>alfa</b>	<b>2.602</b>

Debido a que  $t_0$  es 0.415 (negativo) es menos que cero y menor que alfa se evidencia que  
 Si se presentan cambios en la sintomatología determinada en la escala de Lake Louise luego de 8 h de trabajo sobre los 3000mts.

## LIMITANTES DE LA INVESTIGACION

Debido a la imposibilidad de controlar todas las variables en juego durante el desarrollo de la medición, mencionamos aquí las que pudiesen haber alterado los resultados **(6)**

- Condiciones climáticas del ambiente que podrían haber afectado la variable de medida como son: Temperatura y Humedad (6).
- Condiciones ambientales que pudiesen haber provocado algún cuadro clínico de tipo respiratorio en los obreros y que influya en la muestra (6).
- El cambio repentino de actividades en los obreros a distinta altura ( 6 obreros salen del estudio por esta razón)

## CAPITULO 5

### DISCUCION

La exposición a la altura, desencadena una serie de respuestas en el organismo. La más importante para este estudio, es la disminución del  $VO_2$  máx. podemos decir que el  $VO_2$  máx. disminuye aproximadamente entre un 5 – 10% sobre los 2500mts. y hasta un 70% sobre los 7000mts.(6)

En esta investigación con los datos obtenidos y los análisis efectuados, se concluye que el  $VO_2$  máx. medido a una altura sobre los 3000mts. disminuyo 10% aproximadamente, que corresponde con la evidencia presentada.

Queda demostrado que el consumo máximo de Oxígeno disminuye en la altura aún en personas nativas sobre los 2500msnm pero no presentan síntomas agudos de Mal de montaña debido a mecanismo de adaptación.

Aun no esta claro el mecanismo exacto por que la  $VO_2$  máx. disminuye, varias hipótesis se han propuesto referente al tema.(6)

- Unos hablan de la reducción de la fuerza motriz que determina el Flujo de  $O_2$  desde el Ambiente a la mitocondria producto de la disminución de la presión barométrica. (6-27)



- Otro Posible factor que puede provocar la disminución del consumo máximo de oxígeno es la baja difusión de oxígeno a través de la barrera alveolo-capilar, debido a un aumento de su grosor producto de la exposición a la altura. (5-6-14).
- Un factor fisiopatológico producido por la hiperventilación es la hipocapnia (6-28) que lleva a la alcalosis respiratoria afecta el transporte de oxígeno, por una disminución de la actividad del centro respiratorio y porque desplaza la curva de equilibrio del oxígeno y la hemoglobina. ( 6-29)

El análisis del  $VO_2$  máx. del presente estudio se observa un descenso que es apoyado por la bibliografía revisada, lo que indica que el consumo máximo de oxígeno depende de muchos factores como son: la altura alcanzada, el entrenamiento previo, la aclimatación, el tiempo de ascenso.

Otro factor a favor de la aclimatación es el tiempo de permanencia en la altura por los trabajadores el mismo que varía de 2 meses a al que mas tiempo tiene de 3 años, a esto es de la jornada de 10 días de trabajo de 8 horas diarias y 4 de descanso, este ritmo de labores posiblemente produce un efecto fisiológico que es LA DILATACION DE LOS VASOS SANGUINEOS MUSCULARES, AUMENTANDO CON ELLO EL RETORNO VENOSO Y EL GASTO CARDIACO ( 24).

Se demostró que la  $VO_2$  máx. si disminuye luego de 8 horas de trabajo sobre los 3000mts., sin presentar en el grupo de estudio sintomatología grave, esto debido a que son personas nativas de altura y deben presentar algún grado de adaptación anatómica.

Se demostró que la  $VO_2$  máx. si disminuye luego de 8 horas de trabajo sobre los 3000mts. a pesar de que el 87.5% son personas nativas de altura lo que se contradice con la literatura revisada.

Otro efecto cardiovascular de compensación es la hipertrofia muscular que determina aumento de las mitocondrias lo que produce un aumento de la tasa de oxidación de las grasas, con lo que se logra ahorro de glucogeno, con la consecuente desviación del umbral láctico (24)

El rendimiento del trabajo realizado por los trabajadores en el campo no se ve afectado de ninguna manera se observa que las tareas se cumplen en los tiempos previstos.

La Finalidad de la medicina del trabajo, esencialmente preventivo, así la Seguridad y la Salud se instauran de tres formas diferentes:

- a.- Mediante Legislación
- b.- Mediante los servicios de salud Laboral en las fuentes de trabajo
- c.- Mediante Investigaciones o estudios de campo, así como Formación y Educación.

Lo que respalda la realización de este trabajo por cuanto al no tener en nuestra legislación laboral un capítulo o artículo referente al trabajo en grandes altitudes o exposición de los trabajadores a presión barométrica reducción, podemos elaborar la investigación presente para el inicio de la prevención de los trabajadores al MAM.

## CAPITULO 6

### CONCLUSIONES

Al analizar el grupo constatamos que existe una disminución en la  $VO_2$  máx. debido a la altura y menor presión barométrica, menor presión de oxígeno lo que se traduce en menor disponibilidad de oxígeno en el organismo..

Este estudio respalda la primera hipótesis de trabajo, por lo que es posible concluir que la exposición a la condición de altura desencadena HIPOXIA HIPOBARICA sobre los 3000 mts.

Se presenta Hipoxia Hipobarica, disminuye el consumo máximo de oxígeno en trabajadores, después de una jornada laboral de 8 h sobre los 3000 m.s.n.m.

La saturación de oxígeno a pesar de presentarse disminución de la  $VO_2$  máx. no baje a niveles críticos debido a los mecanismos de Compensación respiratoria la FR aumenta.

No se evidencia sintomatología Moderada o Grave frente a la Hipoxia Hipobarica en los trabajadores debido a los mecanismos de adaptación, el personal que labora en el TR3 son personas nativas de una altura de 2850 mts.

El aumento de la ventilación es una de las características mas importantes del proceso de aclimatación y el observado en este estudio media FR basal media de 15 x' y FR post-laboral media 24 x'

Los resultados obtenidos demuestran que son importantes las diferencias individuales y la subjetividad de cada trabajador en el apareamiento de los síntomas y el desarrollo del MAM.

Debido a que la mayoría de trabajadores viven sobre los 2800 metros ya presentan un grado de adaptación anatómica se debería contratar para la realización de estos trabajos en altitud solo personal nativo.

Se determina que a pesar de que los trabajadores son habitantes de altura (2850mts.) el ascender a una altitud sobre los 3000mts. se observa fisiológicamente procesos de aclimatación, por el aumento de la Velocidad de ventilación, aumento de la Frecuencia cardiaca.

Se determina que a pesar de que los trabajadores son habitantes de altura (2850mts.) el ascender a una altitud sobre los 3000mts. se observa fisiológicamente procesos de aclimatación.

## CAPITULO 7

### RECOMENDACIONES

1. El aumento de la ventilación es una de las características mas importantes del proceso de aclimatación ( y el observado en este estudio media FR basal: 15 x´a media FR post-laboral: 24 x´ ) y en consecuencia parece razonable recomendar que el turno de trabajo a gran altitud se mantenga al menos 10 días (5)
2. Sociales: La experiencia demuestra que las pautas de 7 a 10 días en altura seguidos del descanso son probablemente las pautas mas aceptables por el hecho de aclimatación – desaclimatación. (5)
3. Con este tipo de turnos el trabajador no llega a aclimatarse por completo ni a desaclimatarse en el descenso. Pasa oscilando en los dos extremos y nunca experimenta las ventajas ni desventajas de uno ni de otro estado(5)
4. Para el control individual del riesgo es necesario proveer de un botellón de oxígeno a las cuadrillas en altura.
5. Proponer la inclusión en el cuadro de enfermedades profesionales en el apartado de Enfermedades provocadas por compresión y

descompresión atmosférica (26). Todo trabajo realizado en un medio **Hipobárico**.

6. Proponer a consideración la calificación de accidente laboral los aparecimientos súbitos de EDEMA CEREBRAL y/o EDEMA PULMONAR provocados por compresión y descompresión atmosférica de Todo trabajo realizado en un medio **Hipobárico**.
7. Desarrollo de patologías crónicas deben ser incluidas en el cuadro de enfermedades profesionales relacionadas al trabajo en condiciones de presión barométrica, reducción, como son, Poliglobulia, Hipertensión pulmonar.
8. Capacitación – Formación e información al personal que va a laborar en altitud
  - Al arribar moverse con cautela, procurar no hacer movimientos bruscos
  - Alimentarse con regularidad a las horas correspondientes
  - Alimentos ricos en carbohidratos
  - Hidratación constante
  - Protegerse la radiación UVB con protectores solares (2)

9. La oscilación del trabajador de ascenso y descenso en una jornada 10/4 es favorable en la no aparición de síntomas.
10. Por el aumento de la Velocidad de ventilación sería recomendable disponer en el botiquín básico de primeros auxilios, que incluya Acetazolamida, analgésicos, antiespasmódicos. Además de un botellón de oxígeno.
11. Que los trabajadores puedan dormir en altitudes inferiores ello mejora la calidad de sueño, la comodidad y sensación de bienestar de los trabajadores y su productividad.
12. Poco puede hacerse para controlar el riesgo ambiental (presión barométrica, disminución) por lo que las medidas preventivas se enfocaran a nivel individual.
13. Se recomienda no consumir bebidas alcohólicas, café, te o chocolate, estos productos tienen acción estimuladora de la respiración, situación que debe evitarse durante el período agudo de aclimatación.
14. Los primeros días de estadía en altura deben evitarse comidas copiosas y en especial durante la cena deben evitarse alimentos con rico contenido en hidratos de carbono (pastas, patatas, pan blanco, etc.). Algunas personas, independientemente de la altura, son particularmente sensibles a los cambios de alimentación, por ello se recomienda que



durante los primeros días se traten de mantener los hábitos alimenticios y se evite vegetales crudos en puestos callejeros.

El trabajo a grandes altitudes produce distintas respuestas biológicas ya explicadas, el aumento de la frecuencia ventilatoria conlleva el riesgo de la inhalación de sustancias peligrosas **(5)**

La permanencia de 8 h diarias en la altitud aumenta el riesgo de sufrir hipoxia.

La aparición de los síntomas como cefalea y fatiga, debe ser tomada como un aviso de que se ha llegado al límite de aclimatación, y no se debe seguir ascendiendo hasta que los mismos hayan desaparecido, usualmente después de uno o dos días.

El Mal de Montaña siempre avisa, nunca se instala en forma violenta o inesperada, lo importante es reconocer los síntomas en el momento de su aparición y no subestimarlos. Debe recordarse siempre que todos estamos expuestos a sufrir Mal de Montaña, pero esto no justifica que muramos por ello. Algunas recomendaciones PREVENTIVAS adicionales que pueden aliviar la sintomatología del MAM incluyen las siguientes:

- a) Poca actividad física durante los dos o tres primeros días de arribo a la altura.
- b) Consumo adecuado y abundante de líquidos.

- c) Una dieta rica en hidratos de carbono, en pequeñas y múltiples raciones, evitando las comidas abundantes en tres raciones solamente.
- d) Evitar el consumo de alcohol, sedantes o drogas que provoquen sueño (Valium®, Lexotan®, etc.).
- e) Evitar el consumo de tabaco.
- f) El consumo de té o café, no debe ser limitado ya que su efecto estimulante sobre el centro respiratorio puede ser beneficioso.
- g) Evitar dormir o dormitar durante el día, ya que esto puede reducir los niveles de oxígeno en sangre. Es preferible la práctica de actividad física liviana.

Podemos resumir lo expuesto en algunas reglas básicas que deben ser aplicadas con carácter imperativo por quienes desean realizar su trabajo sin poner en riesgo su vida y las de sus compañeros:

- A) Conozca bien los síntomas del MAM, reconózcalos y aprenda a darles importancia cuando se presenten.
- B) Nunca ascienda a dormir a una nueva altura si tiene algún síntoma del MAM, por más insignificante que parezca.
- C) Descienda si los síntomas persisten o se agravan en la altura donde encuentra.

### **Algunos conceptos populares referentes a la vida en la altura**

Es frecuente que algunas personas manifiesten que el hecho de vivir en la altura produce una hipertensión arterial. Este concepto es errado, numerosos estudios han demostrado que la presión arterial sistémica (a la que se refiere la población) no se eleva en la altura, los habitantes permanentes de la altura tienen presiones arteriales sistémicas más bajas que las encontradas en sus similares del nivel del mar. Se remarca que en la altura, por las condiciones de la hipoxia hipobárica la presión arterial pulmonar se encuentra elevada en relación a la que existe a nivel del mar, pero esta presión sólo puede ser medida por métodos especializados. La hipertensión arterial pulmonar puede también encontrarse elevada por causas patológicas a nivel del mar. La presión arterial pulmonar no guarda relación con la presión arterial sistémica.

Popularmente se cree que para llegar a la altura o durante los primeros días deben utilizarse diuréticos. Esta medida no es aconsejable y solo en casos especiales (personas con patología cardíaca o renal) la indicación acompañada de otras, debe partir del médico tratante.

Algunas personas creen que las vacunas administradas a niños o adultos no tienen el mismo efecto que a nivel del mar. Este concepto es errado, pues el efecto de las vacunas es similar a cualquier altura. Los

esquemas de vacunación son los utilizados universalmente y en el medio existen todas las vacunas para enfermedades transmisibles.

Existen algunos productos medicamentosos que se han hecho populares entre los viajeros a la altura. Se aconseja no utilizar ningún producto que no haya sido expresamente indicado por personal médico.

(15)

## GLOSARIO

- HIPOXIA: tensión reducida e inadecuada del oxígeno arterial.
- EDEMA: acumulo anormal de líquido en los espacios intersticiales, saco pericárdico, espacio intrapleural, cavidad peritoneal o cápsulas articulares.
- ASTENIA: falta o perdida de fuerza o energía, debilidad.
- DISNEA: dificultad para respirar.
- OLIGURIA: disminución de la capacidad de la formación y eliminación de orina.
- ORTOPNEA: proceso anormal en el que una persona debe sentarse o permanecer de pie para respirar profunda o confortablemente.
- ESTERTOR: sonido respiratorio anormal que se escucha en la auscultación del tórax durante la inspiración y se caracteriza por un burbujeo discontinuo.
- EXPECTORACIÓN HEMOPTICA: expulsión de moco o líquido de la tráquea y los pulmones mediante la tos, acompañado de sangre.
- CIANOSIS: coloración azulada de la piel y las membranas mucosas debido al exceso de hemoglobina no oxigenada en la sangre.
- CEFALEA: dolor de cabeza.
- ATAXIA: trastorno caracterizado por la disminución de la capacidad de coordinar movimientos.
- OBNULACION: estado mental en el que el paciente está confuso y no sabe si está totalmente consciente o no.
- ESTUPOR: estado de letargia y falta de respuesta que se caracteriza porque el paciente se desconecta de su entorno.

## **CAPITULO 8**

### **BIBLIOGRAFIA**

1. Walter Rosales Prof. Lic, "**Fisiología Clínica del Ejercicio, Curso de Rehabilitación Cardiovascular**", disponible en URL:

[www.EjercicioyCiencia.com.ar](http://www.EjercicioyCiencia.com.ar)

2. **“Fisiología del Habitante de Altura”**, disponible en URL:  
[www.monografias.com/trabajos7/fiha.shtml](http://www.monografias.com/trabajos7/fiha.shtml)
  
3. **“Composición y Función Básica de la Atmósfera, Características Químicas”**, disponible en URL:  
[www.atmosfera.cl/HTML/temas/estructura/menuestructura.htm](http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/estructura/menuestructura.htm)
  
4. Elias Apud et al, **“Guía para la Evaluación de Trabajos Pesados, con especial referencia a Sobrecargas Física y Ambiental, Ambiente Físico”** Altura” Modulo 5º, 2002
  
5. Walter Dummer, **“Presión Barométrica”**, Reducción Capítulo 37, Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el trabajo, INSTH 2007
  
6. Miranda Rawlings, **“Consumo máximo de Oxígeno en respuesta a la Exposición de Altura Moderada. Efecto del entrenamiento previo”** Universidad de Chile, facultad de Medicina, 2004
  
7. **“Medición de la capacidad vital forzada por espirometría en habitantes adultos naturales de Junín (4015msnm) y su utilidad practica en clínica”**, disponible en URL:  
[www.sisbib.unm.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/valenzuela\\_bm/intro.pdf](http://www.sisbib.unm.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/valenzuela_bm/intro.pdf) 2005

8. **“Fisiología y Patología del Mal de Altura”**, [serial online] 2006 [citado el 18 ago 2007]. Disponible en: URL:  
<http://www.geocities.com/stadium/8626/eam.htm>
  
9. [Hernández Cortés R.](#), [Gil Cebrián J.](#), [Fernández Ruiz A.](#), [Ruiz-Cabello Jiménez M<sup>a</sup> A.](#), **“Patología de la Altitud, Principios de Urgencias, Emergencias y Cuidados Críticos”**, Capitulo. 9.5, Cádiz – España, disponible en <http://tratado.uninet.edu/c0905i.html>
  
10. Sandoval Mario, MD., **“Enfermedad Aguda de Montaña”**, CETHA-ACHS, cap. 19: 327-350
  
11. P Jodar y F.G. Benavides, **“TRABAJO, CONDICIONES DE TRABAJO Y RIESGOS LABORALES, Salud Laboral, Conceptos y Técnicas para la Prevención de Riesgos Laborales”** Ed. Masson, 3era edición Barcelona España, 2007, Págs. 15-31
  
12. F.G. Benavides, A.M. García, C. Ruiz-Frutos, **“La Salud y sus determinantes, Salud Laboral, Conceptos y Técnicas para la Prevención de Riesgos Laborales”** Ed. Masson, 3era edición Barcelona España, 2007, Págs. 03- 13
  
13. Lawrence M. Tierney, Jr, Stephen J MacPhee, Maxine A. Papadakis, **“Enfermedad de las Montañas, DIAGNOSTICO Clínico y Tratamiento”** 38<sup>a</sup>, Cáp. 38, Ed. Manual Moderno 2003 Págs.: 1563-1566



14. Peter H. Hackett, mD., and Robert C. Roach, Ph.D., **“High – Altitude”** Illnes, N Engl J med 2001; 345(2): 107-114
15. Mercedes Villena, MD., **“Vida en la Altura, El ambiente de Altura”**, [serial on line] 2005 [citado 5 jun 2007] Disponible en URL:  
[www.ops.org.bo/altura/doc1.htm](http://www.ops.org.bo/altura/doc1.htm)
16. Jeffrey H Gertsch, Buddha Basnyat, E William Johnson, Janet Onopa, Peter S Holck, Randomised, **“Double blind, placebo controlled comparasion of ginko biloba and acetazolamide for prevention of actue mountain sickness among Himalayan trekkers: the prevention of high altitude illness trial (PHAIT)”**, [serial online] 2004 (3 April), BMJ; 328(7443):797 doi:101136/bmj.38043.501690.7C DISPONIBLE EN:  
[www.bmj.com/cgi/content/abstract/328/7443/797](http://www.bmj.com/cgi/content/abstract/328/7443/797)
17. Reinol Hernández Gonzalez, M.Sc., Yadira Salazar Fonseca ,M.Sc, Edita Aguilar, M.Sc., Severando Agramante Pereira, MD, **“Utilización de un test de terreno para evaluar la capacidad funcional en pacientes con Enfermedades cardiovasculares”**, Revista digital- Buenos Aires- Año 10- N° 81 2005 Disponible en [www.efdeportes.com/efd81/test.htm](http://www.efdeportes.com/efd81/test.htm)
18. [http://www.raidmexico.com.mx/cartas/entrenamiento\\_9\\_Volumen\\_M\\_de\\_Ox\\_geno.doc](http://www.raidmexico.com.mx/cartas/entrenamiento_9_Volumen_M_de_Ox_geno.doc)

19. Bernard O, Ouattara S, Maddio F, Jiménez C, Charpenet A Melin B, et al. 2000 **“Determination of the velocity associated with VO<sub>2</sub> máx.”**. Med Sci sports exerc;32: 464
20. Connett R., Honig C Gayesky T. 1990 **“Defining Hipoxia: a systems view of VO<sub>2</sub>, glycolysis, energetics and intracellular PO<sub>2</sub>”**. Journal of Applied Physiology; 68: 833 – 842
21. Moehrle M., Dennenmoser B., Garbe C. 2003 **“Continuous Long-Term monitoring of UV radiation in professional mountain guides reveals extremely high exposure”**. Int J cancer; 103: 775-778
22. Alberto Mínguez Viñambres Lcdo., 2001 **“Sistema Respiratorio y Altura. Actividad física y Enfermedades Respiratorias”** Int Revista Digital- Año 7 - N° 42 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd42/altura.htm>
23. SUTTON JR, COATES G, HOUSTON CS **“The Lake Louise consensus on the definition and quantification of altitude illness”**. eds. Hipoxia and Mountain Medicine. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Hipoxia Symposium 1991. Feb 9-13. Lake Louise. Alberta, Canada, 1991: 327-330

24. Guyton A, Hall J. 2001 **“Tratado de Fisiología Médica”**. 10ª ed. México, : McGraw Hill: Capitulo 84; 1174
25. **“Fundamento de las Técnicas de Mejora de las Condiciones de Trabajo, Modulo 1: Unidad 1.1: Condiciones de trabajo y salud. Visión Panorámica”**, Maestría en Seguridad – Salud – Ambiente, Huelva – España. Quito – Ecuador, 2006
26. Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades Profesionales en el sistema de seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro..[\BBGF\RD 1299-2006\[1\].txt](#)
27. Hurtado A. **“Respiratory adaptation in the indian natives of the Peruvian Andes: Studies al High Altitude”**. American J Phusicol. Anthropol; 2006,16: 137 – 165.
28. Schoene RB. 2001 **“Limits of human luna function at Haigh Altitude”** J Exp Biol; 2004: 3121-3127

29. Cambier C, Clerbaux T, Amory H, Detry B, Florquin S, Marville V, Frans A, Gustin P. 2002 **“Mechanism controlling the oxygen consumption in experimentally induced hypocloremic alkalosis in calves”**. Vet Res.; 33(6):697-708
30. Saada M. De Lima A.-Functional Training Specialist, NASA **“Man in Outer Space”** training program developers, Florida, USA. Nov 1 de 2003  
Artc.#01 [www.cruxdelsur.com](http://www.cruxdelsur.com)
31. **“Técnicas de Prevención de Riesgos laborales: Higiene Industrial, Unidad didáctica 6: Ambiente térmico. Evaluación y control”**, MSSA , USFQ, Huelva 2007-11-15
32. Bernhard W, Miller L, **“Cerebral Symptoms of High Altitude: preventive effects of acetazolamide dexametazona vs acetazolamide alone (abstract), in Hipoxia and Mountain Medicine”** (eds.Sutton JR, Coates G and Houston CS), Queen Printers, Burlington, p.294m 1992.
33. Bradwell AR, Dykes PW. **“Effect of acetazolamide on exercise performance and muscle mass at high altitude”**. Lancet, 1, 1001-5, 1996.

34. Hohenhaus E , Niroomand F, **“Nifedipine does not prevent acute mountain sickness, Am J Respir Crit Care”** Med. 120:857-860, 1994.
35. Carlos Benítez Franco, prof. Dr., Jorge A. Acosta, **“Trabajo de Investigación “ MAL DE MONTAÑA”**, U. Nacional de la Plata, Buenos Aires – Argentina, 2000, DISPONIBLE EN URL: [www.deporteymedicina.com.ar](http://www.deporteymedicina.com.ar)
36. **PDF ACLIMATACION Y ADAPTACION**  
[Http://www.ub.es/HAPPOM/actividades/pdf/flv-compadap.pdf](http://www.ub.es/HAPPOM/actividades/pdf/flv-compadap.pdf)
37. **“Técnicas de Prevención de Riesgos laborales: Medicina del Trabajo, Unidad didáctica 4: Conceptos básicos en relación con la Medicina del Trabajo”**. MSSA , USFQ, Huelva 2007
38. **“Técnicas de Prevención de Riesgos laborales: Medicina del Trabajo, Unidad didáctica 4.3: Vigilancia de la Salud”**. MSSA , USFQ, Huelva 2007
39. **“CAEB, Confederación de asociaciones empresariales de Baleares, Vigilancia de la Salud”**, Baleares-España, marzo 2006, Disponible en URL, [www.caeb.es/seguridad/3html](http://www.caeb.es/seguridad/3html).

40. Bustamante C, Ulloa R, Melo Cecilia, Muóz Mario, **“Evaluación de Aptitud Laboral para trabajos en Gran Altitud, Boletín Científico, Servicio de Exámenes Preventivos”**, Hospital del Trabajador, Chile , 2000, pag: 62-65
41. Montgomery D, Runger G, **“Probabilidad y Estadística”**, Mc. Graw Hill, 1996, Mexico, pags, 312-421

#### OTRA BIBLIOGRAFIA DE INTERES

1. MANUEL VARGAS D. Y cols. **“Mal Agudo de Montaña a 3500 y 4250 Metros: un estudio de la incidencia y de la sintomatología”**, Revista medica eam.htmChilena.
2. Dr. Daniel Yumpo Castañeda, **“ESTUDIO DE VALORES DE REFERENCIA DE GASES EN POBLADORES DE ALTURA”**, D.A. Carrión – Departamento de Junín-Perú, Enfermedades del Tórax 2002; 45 : 40-42

3. Juan Silva Urra MD, y cols, **“El Desafío de caminar a 5050 mts. de altitud en el llano de Chajnantor”**, Articulo original, Chile 2005
  
4. Jose Garcia Lcdo., Ramón Martínez Lcdo., Sobre los **“Condicionantes físicos específicos de entrenamiento para esfuerzos en altura”**, Revista digital Buenos Aires-Argentina, Año 10 – N° 77, 2004
  
5. Maria, MD., Penin Susana, MD., Moga Silvia, MD., Grupo MBE Galicia, **“Espirometría Forzada”**, Lugo España 23/04/2004, disponible en [www.fistierra.com/material/tecnicas/espirometria.asp](http://www.fistierra.com/material/tecnicas/espirometria.asp)
  
6. Paz Carmen MD., Naviera Laura, MD., Varela Azucena, MD., **“Espirometría”**, Coruña España 2005 disponible en [www.fistierra.com/material/tecnicas/espirometria2/espirometria.asp](http://www.fistierra.com/material/tecnicas/espirometria2/espirometria.asp)
  
7. Juan Manuel Ossés MD, **“Estudios en el laboratorio Pulmonar, Argentina de Medicina respiratoria”**, Argentina disponible en [www.aamr.org.ar/cms/archivos/secciones/neumoclinica/labfuncpulmonar.htm](http://www.aamr.org.ar/cms/archivos/secciones/neumoclinica/labfuncpulmonar.htm)

8. W.StevenPray, Ph.D. , R.Ph., professor of Nonprescription Products and Devices, School of Pharmacy, South western Oklahoma state University, Wtherford, 2001, disponible en [www. Medscape.com/viewarticle/407640](http://www.Medscape.com/viewarticle/407640)
  
9. This Week in the Journal, **“High – Altitude Pulmonary Edema”**, N Engl J med 2002; 346(21): 1606-1607 Abstract
  
- 10.Claudio Sarotir MD., Yves Alleman, MD., Hervé Duplain, MD., Mattia Lepori, MD., Marc Egli,MD., Ernst Lipp, MD., Damian Hutter, MD., Pierre Turini, MD., Oliver Hugli, MD., Stephane Cook, MD., Pacal Nicod, MD., And Urs Scherrer, Md., **“Salmeterol for the prevention of high – Altitude Pulmonary edema”**, N Engl J med 2002, 346(21); 1631-1636
  
- 11.Lausanne, Suiza, **“La utilización profiláctica de un agonista beta adrenérgico reduce el riesgo de edema de pulmón asociado con altitud, probablemente en relación con la depleción de sodio del fluido alveolar”**, N Engl J Med 2002; 346(21):1631-1636



## CAPITULO 9

### REFERENCIAS Y ANEXOS

#### Anexo 1

##### Consentimiento Informado

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_, 2007, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Yo.....CI #:..... he mantenido una reunión con el Dr..... quien es mi médico tratante en la empresa Azul y que me ha informado sobre los riesgos para mi salud por los trabajos que voy a realizar.

Me encuentro al momento en buen estado de salud y el procedimiento propuesto es la medición de constantes vitales antes y durante el trabajo.

Me ha informado que la evaluación de las constantes vitales no representan riesgos a los que me someto así como los beneficios que voy a obtener.

Se ha referido a las consecuencias del no acceder a la investigación, he realizado las preguntas que consideré oportunas, y el médico me ha dado respuestas aceptables.

Por lo tanto doy mi consentimiento para el Análisis del Riesgo Laboral del Trabajo sobre los 2.500 m.s.n.m del Altura

Firma del  
paciente/tutor

Del médico

Testigo ( no  
siempre  
indispensable)

### RECOPILACION DE DATOS

LUGAR	Papallacta_____ Bellavista_____					
ALTURA	msnm					
NOMBRE				EDAD		
SEXO	M	F	ACTIVIDAD			
LUGAR DE RESID			TIEMPO TRAB EN EL SECTOR	d	m	a
APP						
APF						
PESO	Kg	TALLA	m	IMC.		
Anamnesis						

Examen Físico				
FECHA:				
	<b>BASAL</b>	<b>POSTLABORAL</b>		
HORA				
TA				
FR				
FC				
O <sub>2</sub>				
VO <sub>2 max</sub>				
SCORE LAKE LOUISE				

Anexo 3

CENTRO DE ERGONOMIA DEL TRABAJO HUMANO EN ALTITUD (CETHA)  
ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD

## Cuestionario Lake Louise Enfermedad Aguda de Montaña

altitud  
tiempo

arribo	6 hrs.	12 hrs.	1er día	2º día

### SINTOMAS

#### 1. Dolor de cabeza

Sin Dolor 0  
Dolor leve 1  
Dolor moderado 2  
Severo, incapacitante 3


#### 2. Síntomas Gastrointestinales

Sin síntomas 0  
Disminución del apetito o náusea 1  
Náusea moderada o vómito 2  
Vómito y náusea severa, incapacitante 3


#### 3. Fatiga/Debilidad

Sin fatiga 0  
Fatiga/debilidad leve 1  
Fatiga/debilidad moderada 2  
Fatiga/debilidad severa, incapacitante 3


#### 4. Mareo-Vértigo/Irritabilidad

Sin mareo 0  
Mareo leve 1  
Mareo moderado 2  
Severo, incapacitante 3


#### 5. Dificultad para Dormir

Sueño Normal 0  
No duerme como siempre 1  
Despierta muchas veces 2  
No puede dormir 3


*Puntuación Síntomas*

--	--	--	--	--

346 Dr. Mario Sandoval Martínez

CENTRO DE ERGONOMIA DEL TRABAJO HUMANO EN ALTITUD (CETHA)  
 ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD

## Cuestionario Lake Louise Enfermedad Aguda de Montaña

### VALORACION CLINICA

**6. Cambio en condición mental**

Sin cambios	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Letargo/laxitud	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desorientado/confuso	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estupor/semi-inconsciente	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7. Ataxia (caminando talón-punta)**

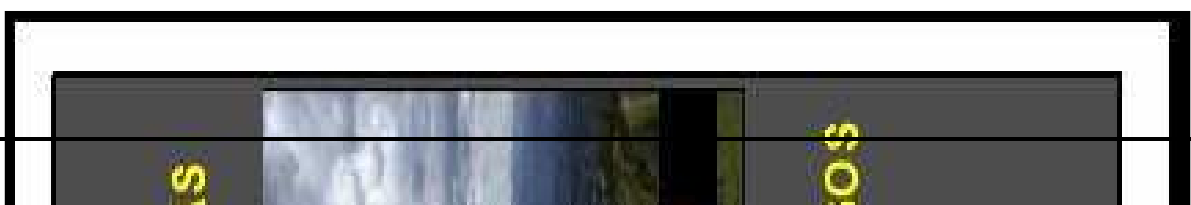
Sin ataxia	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maniobra para mantener el equilibrio	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pasos fuera de línea	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se cae	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No puede mantenerse en pie	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**8. Edema perisférico**

Sin edema	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un lugar	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dos o más lugares	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Total Puntuación Valoración Clínica

*Puntuación*



**Trabajo en Altura**  
 El Ecuador, un país andino, se cruzado de Norte a Sur por la Cordillera de los Andes.  
 ¿Cómo prevenir los riesgos laborales en la altura?

El mal de montaña e el Ecuador se lo conoce como

**SOROCHÉ.**

Para trabajar en la montaña, es necesario conocer algunos aspectos característicos de este como:

1.- Nos falta el aire.

2.- FMO

3.- Mareos

3.- No dueñamos el Acclimatación

**Respuesta a la Altitud**

La respuesta a la falta de aire (O<sub>2</sub>) es diferente en cada uno de nosotros en intensidad y frecuencia viendo nos a nosotros

**A. Nos movemos más lentos o somnolentos**

El Cerebro o todo el sistema nervioso, es muy sensible a la falta de aire (O<sub>2</sub>) haciendo de nuestras respuestas a estímulos (respiración) menos rápida.

Esta mayor lentitud puede ser desapercibida, pero la deficiencia puede marcar la diferencia entre sufrir un accidente o no

**Diabetes**

Aquellos diabéticos que usan insulina deben preocuparse siempre de no laborar en sitios donde puedan quedar aislados.

**Embarazo**

No se recomienda que el embarazo se desarrolle con exposición a altitud.

**Epilepsia**

Solo aquellos con estricto control con neurologo pueden laborar en altitud. No deben operar maquinaria pesada o equipos que comprometan la seguridad de terceros.

**Enfermos del corazón**

Historia de infarto o cirugía coronaria realízase exámenes con cardiologo que muestren control de su enfermedad y luego si estos son normales, evaluar su tolerancia a la hipoxia (camara hipobarica).

**ANTECEDENTES**

No ascender si en otras ocasiones que ha subido a la altura a presentado Soroche o a tenido algún sintoma.

EDAD	ALTUD (metros)	POC (ml/min/100ml)	PO <sub>2</sub> (mmHg)	SAO <sub>2</sub> (%)
10 años	0	300	100	98.0
10 años	500	300	100	98.0
10 años	1000	300	100	98.0
10 años	2000	300	100	98.0
10 años	3000	300	100	98.0
10 años	4000	300	100	98.0
10 años	5000	300	100	98.0
10 años	6000	300	100	98.0
10 años	7000	300	100	98.0
10 años	8000	300	100	98.0
10 años	9000	300	100	98.0
10 años	10000	300	100	98.0

El punto de partida para el desarrollo de la enfermedad de altitud es la hipoxia que se produce en la altura.

### Exclusión Médica

El trabajo en montaña requiere que nuestra salud esté normal.

Cada órgano es exigido a rendir mucho más de lo que está acostumbrado, por lo que necesitamos evaluar cual es nuestra real condición de salud.



A su médico de campo o ca becera, pídale que se informe sobre medicinas de altura. Los cuidados que debe tener.

A quienes trabajan en altura se les evalúe exámenes y se les evalúe altitudes y además de no tener normalidad en:

### Peso

A más peso el seroche en es más frecuente.

Un índice de masa corporal (IMC) mayor de 30 a 35 (kg/m<sup>2</sup>), mayor riesgo de sufrir problema cardíaco, además que el sobrepeso dificulta la respiración y desarrollar diabetes.

Estos constituyen una población de mayor riesgo y no deberían ascender a altura y no deben tener otros factores de riesgo para laborar en altura.

### Perfil Lipídico

El colesterol LDL, VLDL, triglicéridos elevados y HDL bajo, son factores negativos en el desarrollo de enfermedad coronaria.

Personas que tengan una relación de Colesterol total/HDL mayor a 6 y/o triglicéridos sobre 500mg/dl deben controlarse y tratar de normalizar estos parámetros.

### Hipertensión arterial

Pacientes hipertensos no compensados no deben ir a altura.

Los diuréticos no son recomendables en altura. No todos los medicamentos para la hipertensión son adecuados para altura (consulte a su médico)



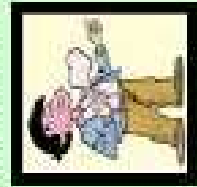
entre una reacción oportuna y una tardía. Los síntomas iniciales del SOROCHE son:

1. Abombamiento de cabeza
2. Dolor de cabeza
3. Movimientos incoordinados
4. Pensamiento más lento
5. Decaimiento.

**B. El corazón late más rápido y la presión sube.**

La tarifa oxígeno eleva presión pulmonar y arterial se acumula agua en el pulmón dificultando la respiración la sensación de falta de aire es mayor si tiene hipertensión, subir a la altura puede empeorar su condición poniendo en riesgo su salud.

Nuestro pulso y también la respiración se acelera. Comuníquese rápido si le sobreviene TOS o le ROMBA EL PECTORAL.



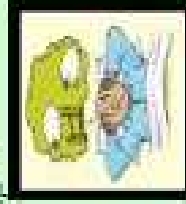
**C. Aumento del volumen de gases.**

En nuestro intestino, oídos y cara, hay espacios que contienen aire. Este aumenta su volumen produciendo incomodidad.



**D. Dormimos poco.**

Durante la noche, nos cuesta quedarnos dormidos y mantener el sueño a lo largo de esta (nos despertamos muchas veces).

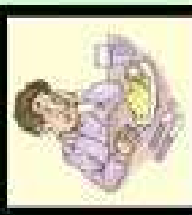


Durante el día, luchamos contra nuestros hábitos normales de sueño (dormir de noche), contra el mayor ruido ambiental y luz que entra a nuestra habitación.

Además el poco sueño que tenemos cuando nos quedamos a dormir en altura, se pierde su fase de recuperación fisiológica y de fijación de lo aprendido en el día, además la función restauradora física también disminuye.

**E** **Pérdida del apetito y de la sed.**

Cuando nos afecta el soroche no tenemos ganas de comer y la deshidratación al perder agua por la sequedad del aire y la respiración, no sentimos sed, poniendo en mayor riesgo la salud. Hagamos un esfuerzo, comamos y tomemos líquidos.



¿Cómo podemos disminuir o evitar estos síntomas?

Los siguientes consejos permiten mejorar nuestra respuesta a la altitud y se dividen en 2 fases:

**I** **Antes y durante el Ascenso**

1. Preparar el ascenso con tiempo, conocer que tareas va a realizar.
2. Dormir las horas que cada necesarias para descansar.
3. Ingerir mucho líquido antes y durante el ascenso.
4. No coma durante el ascenso.



5. Comunicar al Médico de campo o seguridad si tiene alguna molestia.

6. Llevar la ropa de protección adecuada y la altura apropiada.

**II. En la Altitud**

1. Disminuir movimientos solo a los necesarios, sobre todo el primer día, hasta conocer su tolerancia a la altura.
2. Comer en poca cantidad, alimentos ricos en carbohidratos, beber 1 litro de agua por cada 1000 mts de altitud.
3. Si tiene antecedentes de soroche consultar con el médico el uso de Acetazolamida 48 h antes del ascenso y con que frecuencia debe nacerlo.
4. Aplicar medidas de higiene de sueño antes de dormir y en caso de no poder usar medicamentos inductores de sueño.
5. Si le duela la cabeza ingiera un analgésico del botiquín botiquín de primeros auxilios. Ej. Naproxeno 550mg. Si el dolor se incrementa o tiene ganas de vomitar

**DE SOLEDA A MENOR ALTITUD, comuniqué a sus superiores, nunca este solo.**

6. Escuche con atención las recomendaciones del médicos de campo o de seguridad.
7. Tome siempre las medidas preventivas a fin de minimizar los riesgos.
8. Si presenta tos súbita o le ronca el pecho comuníquese su superior y descienda a menor altitud.

**Todos los síntomas de soroche aparecen con mayor intensidad y frecuencia a mayor altitud.**

Nuestra capacidad máxima de realizar trabajo disminuye y la capacidad de aprender se debe planificar las actividades físicas conociendo esta limitación. Toda actividad de capacitación debe contener mas horas.

Las decisiones en altitud somanas consultando a otros o mediante protocolos muy claros de comportamiento frente a las situaciones previsibles, como conducir las emergencias de riesgo.



## Anexo 5.

## HISTORIA MÉDICA LABORAL

### Unidad Médica.

1. Datos generales del trabajador					
Apellidos nombres:				N° Historia:	
Compañía:		Fecha nacimiento:		Edad:	
Estado civil:		Instrucción:		Profesión:	
Ocupación anterior:		Ocupación actual:		Supervisor	
Total años de trabajo:		Tiempo de trabajo actual (años):		Horario / día / semana:	
Dir. Domiciliaria / teléfono:				Grupo y factor:	
Categoría Ocupacional:	Obrero	Técnico	Operador	Administrador	Otros
Altura a la que va a trabajar	0 – 2500 mts	2500 – 3800 mts	3800 - 5800 mts	+ 5801	Tipo de Riesgo
Tiempo que duró el trabajo anterior	_____ días	_____ meses	_____ años		
Tiempo que duró el trabajo anterior	_____ días	_____ meses	_____ años		

2. Antecedentes patológicos personales		
Alergias:		
Quirúrgico:		
Otros:		
PATOLOGICOS	Epilepsia	Hemoglobinopatias
	Isquemia Cerebral	Discrasias sanguíneas
	Psiquiátricos	Edema pulmonar de altura
	Insuficiencia respiratoria crónica	Edema cerebral de altura
	Enfermedad coronaria inestable	Cuagulopatias
	Hipertensión arterial (no controlada)	Trombo embolias
	Hipertensión pulmonar	Insuficiencia renal

3. Antecedentes patológicos familiares

4. Antecedentes gineco obstétricos

5. Hábitos					
Alimentario:		Miccional:		Defecatorio:	
Medicamentos:		Alcoholismo:		Tabaquismo:	
Sueño:		Recreación:		Sedentarismo:	

6. Inmunizaciones



Se le realiza examen médico periódico			Su trabajo le ocasiona tensión emocional		
Accidente de trabajo con secuelas			Las pausas de trabajo son adecuadas para su recuperación física		
Cambio de labor por peritaje médico			Otros (describa...)		
¿Ha sido evaluado anteriormente su puesto de trabajo? Fecha:			Durante la mayor parte de la jornada trabaja:	De pié	
				De pié con esfuerzo físico	
				Sentado	
				Otro	

**11. Motivo de consulta**

Clinico		Preocupacional		Periódico		Reintegro		Salida		Enf. Profesional		Litigio Méd. legal	

**12. Enfermedad actual**

--

**13. Examen físico****Signos vitales y medidas antropométricas**

TA	TB C °	%SpO2	FC x'	FR x'	Talla (m)	Peso (Kg.)	IMC	Diagnostico	Dieta (Kcal.)

**Examen por aparatos y sistemas**

Cabeza:	
Ojos:	
Nariz:	
Boca:	
Oídos:	
Cuello:	
Tórax:	
Pulmones:	
Corazón:	
Abdomen:	
Región lumbar:	
Región inguinogenital:	
Extremidades:	
Neurológico:	

**TEST DE KARNOVEN**

$$VO_2 \text{ MÁX.} = (FC \text{ reposo} + 60) \cdot (FCM - FC \text{ actividad})$$
**Resultado**

<b>14. Examen odontológico</b>									
Evaluación física	normal	anormal	Evaluación periodontal	si	no	Otros	si	no	
ATM			Placa Blanda						

Labios			Placa calcificada				
Lengua			Gingivitis				
Paladar			Periodontitis				
Piso de la boca			Evaluación Rx.				
Carrillos			Panorámica				
Maxilares			Oclusales				
Mús. masticadores			Peri apicales				
Glándulas salivares							

**Observaciones:**

--

**Evaluación dental (Odontograma)**

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">18</td><td style="width: 12.5%;">17</td><td style="width: 12.5%;">16</td><td style="width: 12.5%;">15</td><td style="width: 12.5%;">14</td><td style="width: 12.5%;">13</td><td style="width: 12.5%;">12</td><td style="width: 12.5%;">11</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	18	17	16	15	14	13	12	11									<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">21</td><td style="width: 12.5%;">22</td><td style="width: 12.5%;">23</td><td style="width: 12.5%;">24</td><td style="width: 12.5%;">25</td><td style="width: 12.5%;">26</td><td style="width: 12.5%;">27</td><td style="width: 12.5%;">28</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	21	22	23	24	25	26	27	28								
18	17	16	15	14	13	12	11																										
21	22	23	24	25	26	27	28																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">48</td><td style="width: 12.5%;">47</td><td style="width: 12.5%;">46</td><td style="width: 12.5%;">45</td><td style="width: 12.5%;">44</td><td style="width: 12.5%;">43</td><td style="width: 12.5%;">42</td><td style="width: 12.5%;">41</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	48	47	46	45	44	43	42	41									<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">31</td><td style="width: 12.5%;">32</td><td style="width: 12.5%;">33</td><td style="width: 12.5%;">34</td><td style="width: 12.5%;">35</td><td style="width: 12.5%;">36</td><td style="width: 12.5%;">37</td><td style="width: 12.5%;">38</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	31	32	33	34	35	36	37	38								
48	47	46	45	44	43	42	41																										
31	32	33	34	35	36	37	38																										

**Índices epidemiológicos CPOEi-EP**

C	P	O	Ei	EP

**15. Evolución de exámenes periódicos de laboratorio y gabinete**

Lugar y fecha				
<b>Biometría hemática</b>				
Hemoglobina				
Hematocrito				
Sedimentación				
Plaquetas				
Leucocitos				
Caracteres Globulares				
<b>Coagulación</b>				
TP				
INR				
<b>Química sanguínea</b>				
Glucosa				
Glucosa PP.				
BUN				
Creatinina				
Ácido Úrico				
Colesterol				
Triglicéridos				
HDL C.				
LDL C.				
B. Total				

B. Directa					
B. Indirecta					
Fosfatasa alcalina					
TGO					
TGP					
Gamma GT					
LDH					
Prot. Totales					
Albúminas					
Globulinas					
Na <sup>+</sup>					
K <sup>+</sup>					
Cloro					
Magnesio					
ASTO					
PCR					
LATEX					
VDRL					
<b>Screening de drogas</b>					
Anfetaminas					
Cocaína					
Tetrahydrocannabinol					
Opiáceos					
Metadona					
Alcoholemia					
<b>Pruebas especiales</b>					
PSA					
ANTI HIV 1 HIV 2					
<b>Orina y heces</b>					
EMO					
Coproparasitario					
<b>Exámenes de gabinete</b>					
RX. PA y lateral de tórax					
ECO abdominal					
RX. AP y lateral de columna cervical					
RX. AP. y lateral de columna dorsal					
RX. AP y lateral columna lumbar					
Audiograma					
Función pulmonar					
Ergometría					
<b>16. Exámenes ocupacionales diagnóstico / tipo de riesgos clínicos</b>					
<b>Lugar y fecha</b>					
<b>Diagnósticos</b>					

Tipo de riesgos clínicos					
R I	Sano aparente				
R II	Con riesgo de enfermedad				
R III	Enf. crónica y / o secuela				
R IV	Riesgo colectivo				

17. Valoración Laboral		
Apto	Apto con restricción	No Apto

18. Recomendaciones

19. Médico responsable / fecha		
Nombres y apellidos	Unidad médica	Código número

20. Evolución	Prescripciones

**Historia Clínica realizada por :**

Dr. Héctor Leonardo Oña Serrano

**Modificaciones de trabajo en altura**

Dr. Jaime Marcelo Vélez Espinosa