



SOCIEDAD CASTELLANA DE MEDICINA
Y SEGURIDAD DEL TRABAJO

TRABAJO EN ALTURA: TURNO NOCHE O DE DÍA COMO POSIBLE FACTOR DIFERENCIAL POTENCIADOR DE LA CONDICIÓN DE RIESGO DEL TRABAJADOR A BAJA PRESIÓN ATMOSFERICA

ZAMORA SAÁ M, ABARCA ARMIJO K, BACALONI A

La Minería en Chile

- La extracción minera en Chile [1500 (msnm); 4000(msnm)].
- Sistemas de turnos, estos turnos son llamados “no convencionales”.
- Codelco, División “Andina”.
- Turnos tipo “4 x 4”, esto es, horarios de trabajo de 12 horas diarias.
- Regulación para el trabajo en altura geográfica.

Problemática

- En altura geográfica la presión barométrica es menor a la del nivel del mar (760 mmHg).
- Si la presión barométrica es menor, lo es también la presión parcial del oxígeno y la presión inspirada del oxígeno.

Altitude		Standard Atmosphere	
Km	Ft	Barometric Pressure	Inspired PO ₂
0	0	760	149
1	3281	674	131
2	6562	596	115
3	9843	526	100
4	13123	462	87
5	16404	405	75
6	19685	354	64
7	22966	308	55
8	26247	267	46
9	29528	231	39
10	32810	199	32

Fuente propia : Codelco Andina

Respuestas fisiológicas en altura

- El hombre, en el primer contacto con la altura, desarrolla una respuesta fisiológica inmediata de emergencia denominada **acomodación**.
- Posteriormente aparecen cambios fisiológicos más profundos y permanentes, no hereditarios, que comprometen todos los sistemas del organismo, que permiten una vida normal, proceso denominado **aclimatación**.
- De acuerdo a las investigaciones, se piensa que los únicos habitantes del planeta en quienes los cambios fisiológicos provocados por la altura son hereditarios, serían los Sherpas, pueblo autóctono de los Himalayas. A esto se le denomina **adaptación o aclimatación natural**.

Legislación Chilena para el trabajo en altura: DS594

- **Gran altitud:** Altura geográfica igual o superior a los 3.000 msnm e inferior a 5.500 msnm, en donde la mayoría de los individuos tiene cambios fisiológicos, anatómicos y bioquímicos reversibles.
- **Extrema altitud:** Altura geográfica igual o superior a 5.500 msnm, en donde el ser humano no es capaz de aclimatarse, pero puede permanecer períodos cortos de tiempo con riesgo elevado para su salud.
- **Exposición a hipobaría intermitente crónica:** Exposición discontinua de los trabajadores a gran altitud por motivos laborales por más de 6 meses, con una permanencia mínima del 30% de ese tiempo en sistemas de turnos rotativos en gran altitud y descanso a baja altitud.

Sólo podrán efectuarse trabajos sobre los 5.500 msnm, previa evaluación y autorización expresa y fundada de la Autoridad Sanitaria, otorgada en conformidad con la Guía Técnica sobre Exposición Ocupacional a Hipobaría Intermitente Crónica por Gran Altitud.

Objetivos

- Determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las variables: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación Hemoglobina y ventilación pulmonar medidas en un turno de día y uno de noche.
- Determinar si en el turno de noche realizado en altura se potencia la condición de riesgo del trabajo.
- Determinar si en el turno de noche aumenta la ventilación pulmonar y por consecuencia aumenta el riesgo de inhalar mayores volúmenes de contaminantes propios del proceso productivo.

Metodología

Universo y muestra

- 38 mineros de la División Andina
- Minera a 3600 metros sobre el nivel del mar
- Sistema de turnos de 4 x 4.
- Solo trabajadores hombres sanos, cuya edad fluctúa entre los 25 y 58 años de edad.
- Puesto de trabajo similar con carga o gasto metabólico liviano.
- No presentan patologías ni crónicas ni agudas de tipo respiratorio, cardiovascular, ni hematológico en los últimos 30 días.
- No son obesos, no son hipertensos ni presentar sospecha de apnea del sueño.
- Si tienen más de 45 años, en el último año pueden haber fumado como máximo 10 paquetes de cigarros/año.

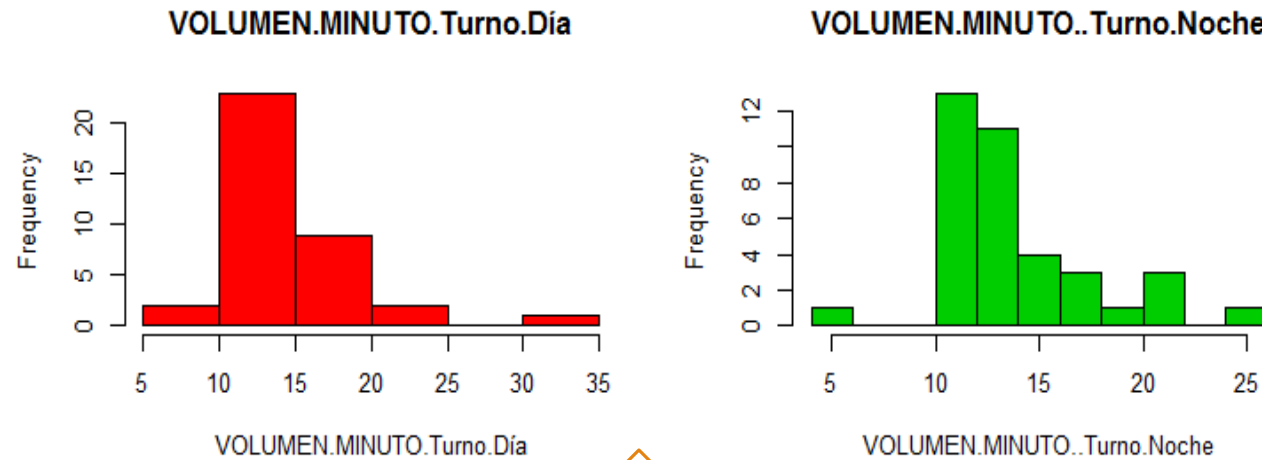
La evaluación consistió en medir los siguientes indicadores fisiológicos:

- Frecuencia cardiaca, Fingertip Oximeter modelo RMS – 50 D
- Frecuencia respiratoria, Ventilómetro Wright/Haloscale Respirometer
- Saturación Hemoglobina, Fingertip Oximeter modelo RMS – 50 D
- Ventilación pulmonar, Ventilómetro Wright/Haloscale Respirometer

Todos estos indicadores se midieron en el primer día del turno y en la primera noche a 3600 msnm, al mismo individuo.

Análisis Estadístico

- Análisis descriptivo de la variable Volumen minuto:



El comportamiento de los datos del volumen minuto turno día y noche presenta una asimetría positiva,.

Análisis Estadístico: Diferencias según turno de la variable Volumen

Shapiro-Wilk normality test

```
data: Diferencia.Volumen.1  
W = 0.97791, p-value = 0.6588
```

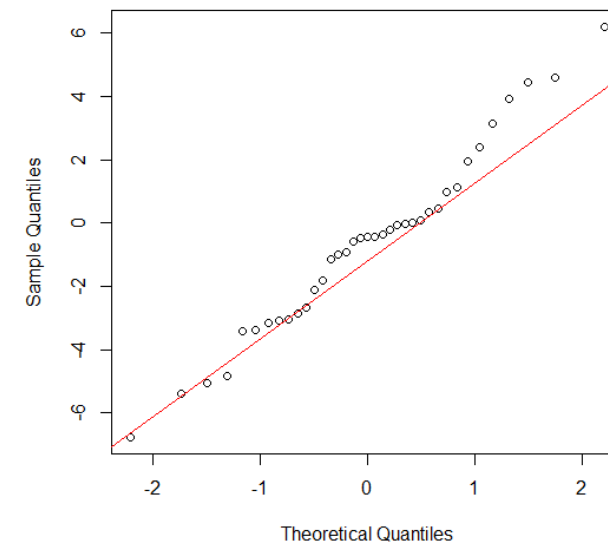
Comportamiento de las diferencias sigue una distribución normal con un nivel de significancia del 0.05.

One Sample t-test

```
data: Diferencia.Volumen.1  
t = -1.334, df = 36, p-value = 0.1906  
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0  
95 percent confidence interval:  
-1.6082269 0.3320107  
sample estimates:  
mean of x  
-0.6381081
```

No existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, es decir no existe diferencias entre el turno día y noche de la variable volumen minuto con un nivel de significancia del 0.05.

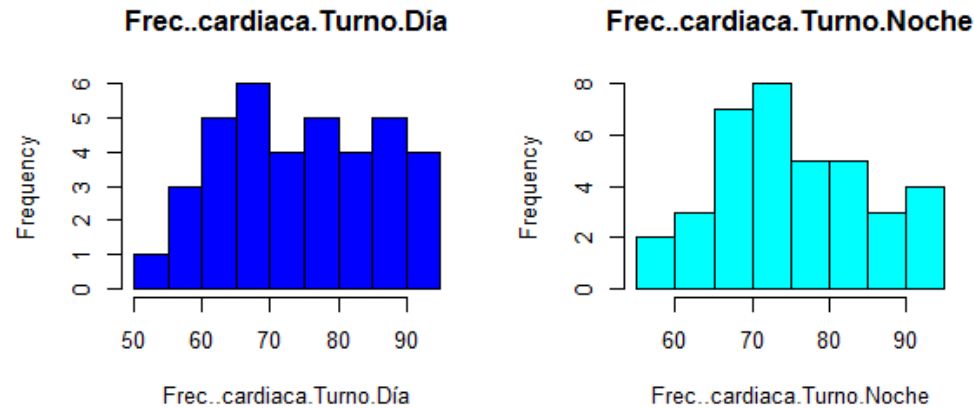
Normal Q-Q Plot



los datos se adhieren a la recta, además la cola superior presenta puntos aberrantes.

Análisis Estadístico de la variable: Frecuencia Cardíaca

- Análisis descriptivo:



El comportamiento de los datos en el turno día y noche es simétrico para ambos turnos

Análisis Estadístico: Diferencias según turno de la variable Frecuencia Cardíaca

Shapiro-Wilk normality test

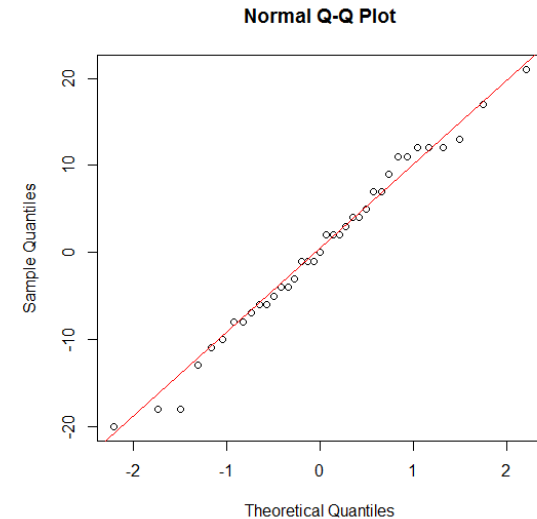
```
data: Diferencia.Frec..Cardiaca..1  
W = 0.98463, p-value = 0.8788
```

One Sample t-test

```
data: Diferencia.Frec..Cardiaca..1  
t = 0.16478, df = 36, p-value = 0.87  
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0  
95 percent confidence interval:  
-3.056152 3.596693  
sample estimates:  
mean of x  
0.2702703
```

El comportamiento de las diferencias sigue una distribución normal con un nivel de significancia del 0.05.

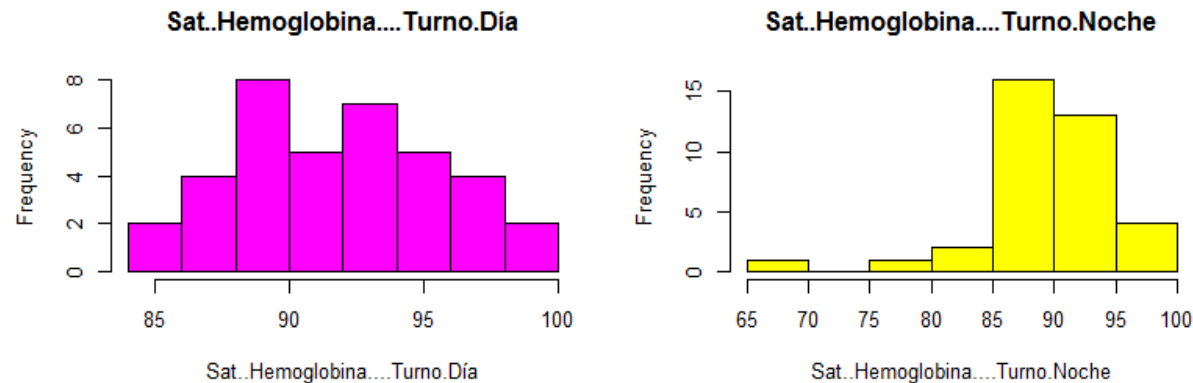
No existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, es decir no existe diferencias entre el turno día y noche de la variable frecuencia cardíaca con un nivel de significancia del 0.05.



Los datos se adhieren a la recta, por lo tanto las diferencias de la frecuencia turno día y noche tiene una distribución normal.

Análisis Estadístico de la variable: Saturación de Hemoglobina

- Análisis descriptivo:



El comportamiento de los datos de la saturación de Hemoglobina turno día presenta una distribución simétrica en relación al comportamiento de los datos del turno noche, este presenta una asimetría positiva.

Análisis Estadístico : Diferencias según turno de la variable Saturación de Hemoglobina

Shapiro-Wilk normality test

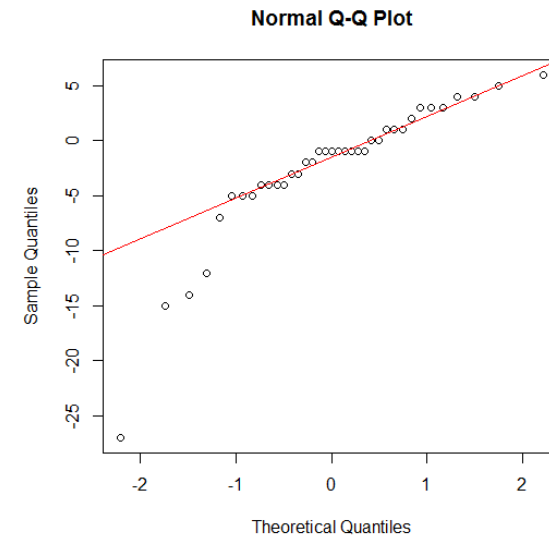
```
data: Diferencia.Sat..Hemoglobina.1  
W = 0.82318, p-value = 3.951e-05
```

Se rechazar la hipótesis nula, por lo tanto el comportamiento de las diferencias no sigue una distribución normal con un nivel de significancia del 0.05.

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

```
data: Diferencia.Sat..Hemoglobina.1  
V = 184.5, p-value = 0.03238  
alternative hypothesis: true location is not equal to 0
```

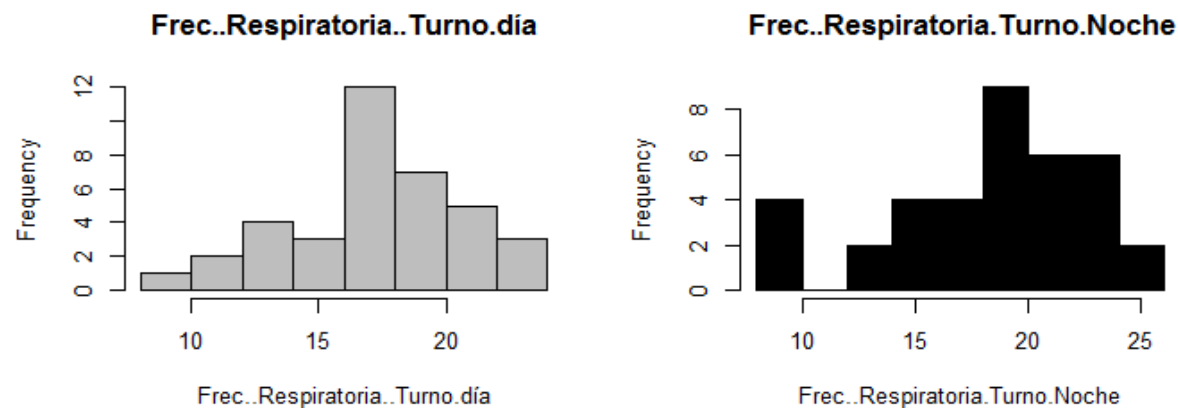
Existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, es decir existe diferencias entre el turno día y noche de la variable saturación de hemoglobina.



Los datos se adhieren a la recta, donde la cola inferior presenta puntos aberrantes, por lo tanto las diferencias del turno día y noche de la saturación de la hemoglobina no presenta una distribución normal.

Análisis Estadístico de la variable: Frecuencia Respiratoria

- Análisis descriptivo:



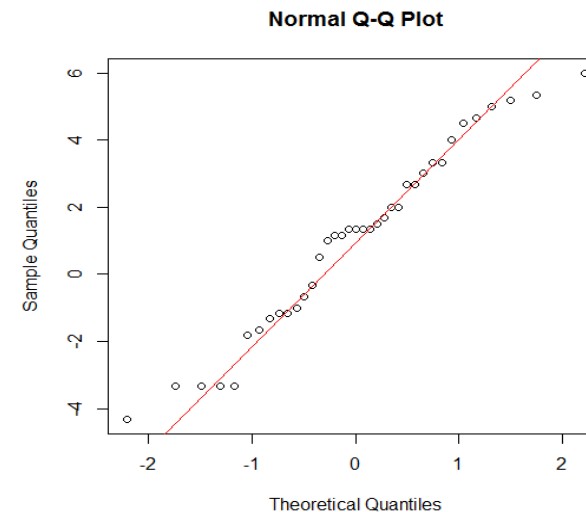
La concentración de los datos ambos lados de media, es decir los datos se distribuyen normal, con respecto al turno día los datos tienen un compartimiento asimétrico bajo la media.

Análisis Estadístico: Diferencias según turno de la variable Frecuencia Respiratoria

Shapiro-Wilk normality test

```
data: Diferencia.Frec..Respiratoria  
W = 0.9658, p-value = 0.3064
```

No hay evidencia para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto el comportamiento de las diferencias sigue una distribución normal con un nivel de significancia del 0.05



One Sample t-test

```
data: Diferencia.Frec..Respiratoria  
t = 2.3198, df = 36, p-value = 0.02614  
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0  
95 percent confidence interval:  
 0.1331366 1.9847013  
sample estimates:  
mean of x  
 1.058919
```

Existe evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, es decir, existen diferencias entre el turno día y noche de la variable frecuencia respiratoria con un nivel de significancia del 0.05

Los datos se adhieren a la recta, por lo tanto las diferencias de la frecuencia respiratoria turno día y noche tiene una distribución normal.

Conclusiones

- La frecuencia respiratoria medida en el turno diurno presenta diferencias significativas con aquellas medidas en el turno nocturno.
- No existe diferencias en el volumen minuto, por lo tanto, el volumen de aire inhalado es similar en ambos turnos.
- Dado que el volumen minuto medido durante el turno de noche respecto al diurno no presenta diferencias significativas, se debe concluir que en ambos turnos las concentraciones de contaminantes químicos inhaladas serán similares, es decir, en el turno de noche no aumenta el riesgo de intoxicación.
- La saturación de la hemoglobina en los turnos examinados presenta diferencias significativas. Concluimos que en el turno de noche se potencian los efectos nocivos de la altitud.

-
- Concluimos que en el turno de noche se potencian los efectos nocivos de la altitud. La situación más preocupante se da en el turno de noche, ya que, 16 mineros que presenta una saturación menor al 90 %, de los cuales uno presenta una saturación del 65%

Referencias

- Ward, MP, Milledge, J., West, JB, High altitude medicine and physiology, chap. 2,4,5, ARNOLD, London, 2000, 3 edition.
- Zamora Saá M, Relation between exposure to altitude and ventilatory response: a review to facilitate the adaptation to high lands, Journal of Technological Possibilism (ISSN0719-174X), Vol. 2 N° 4, julio 2013, pag 13-21.
- West, JB, S Lahiri. 1984. High Altitude and Man. Bethesda, Maryland: American Physiological Society.
- Schoene RB. [Illnesses at high altitude](#). Chest. 2008 Aug;134 (2):402-16. Review.
- Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. NTP 455: Trabajo a turnos y nocturno.