

INFORME FINAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SUEÑO EN VOLUNTARIOS  
SANOS EN DOS CONDICIONES: DURANTE EL TRASLADO EN UN  
MEDIO DE TRANSPORTE TERRESTRE Y EN UNA HABITACIÓN**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

ALBERTO RIVEROS ACEVEDO

**COINVESTIGADORES:**

JORGE LASSO PEÑAFIEL

XIMENA CARRASCO ALVAREZ

Enero 2013

Este proyecto fue realizado con el financiamiento de la Asociación Chilena de Seguridad, a través de la Fundación Científica y Tecnológica, FUCYT.

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Objetivo general</b>	<b>5</b>
Objetivos específicos	5
<b>3. Materiales y métodos</b>	<b>6</b>
<b>4. Análisis estadístico</b>	<b>7</b>
<b>5. Resultados</b>	<b>8</b>
<b>6. Discusión</b>	<b>15</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>16</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El ser humano pasa un tercio de su vida durmiendo y es el único momento en que se prepara física y mentalmente para sus actividades del día siguiente, considerándose que si alguien duerme entre 4 y 6 horas como promedio está privado crónicamente de sueño, lo que produce impacto en su calidad de vida (1).

Si alguien está privado de sueño, el impacto más importante es la sensación de somnolencia diurna excesiva (hipersomnias) que sería crónica si la privación de sueño es prolongada en el tiempo (1).

La calidad de sueño al dormir se puede alterar debido a factores intrínsecos de la persona (enfermedades) o factores extrínsecos (medio ambientales) que producen una mala calidad de sueño y la sensación de hipersomnias (2).

Algunas investigaciones muestran hasta un 22% de hipersomnias en trabajadores no sometidos a turnos laborales. A su vez, éste grupo de trabajadores presentan dos veces más riesgo de tener accidentes que aquellos que no la presentan (1).

La hipersomnias produce disminución de la atención, afectando la capacidad de reaccionar rápida y eficazmente ante situaciones inesperadas. Compromete además la calidad de vida y altera el rendimiento laboral y académico. Es un síntoma subvalorado y muchas veces confundido con trastornos del ánimo, fatigabilidad y cansancio, por lo que debe ser buscado específicamente. Muchos de los grandes accidentes catastróficos en los que se estima errores humanos (Chernobyl, Exxon Valdez, Challenger, etc.) han sido atribuidos a somnolencia secundaria a privación crónica de sueño (3).

La tasa de accidentes de tránsito en personas con mucho sueño durante el día es varias veces mayor que en la población general, y los accidentes de tránsito secundarios a hipersomnias tienen el doble de mortalidad comparados con otros accidentes (3). Una tesis desarrollada en la Academia de Ciencias Policiales de Carabineros de Chile en el año 2001 encontró que en un grupo de conductores profesionales existía una diferencia estadísticamente significativa en la proporción de choferes con hipersomnias que sufrió accidentes (50%) versus los no hipersomnes (18%) (4).

Existen muchos estudios que demuestran que factores internos de la persona como las enfermedades del sueño, producen mayor riesgo de accidentes automovilísticos. (8-12)

Como se mencionó anteriormente, los factores medioambientales externos (ruido, temperatura, humedad, etc.) influyen sobre la calidad del sueño y la sensación de descanso; es decir, si por alteraciones de estos factores la persona no tiene un dormir adecuado, su sensación de hipersomnias y cansancio en el día es mayor con el consiguiente riesgo de accidentes en su lugar de trabajo (2).

Cuando un individuo debe trasladarse a su lugar de trabajo por más de 6 horas en buses de transporte de pasajeros, el ambiente no es el más adecuado y no tiene un sueño reparador. Muchas veces el trabajador ingresa directamente al turno de trabajo, lo que puede producir riesgos de accidentes debido a la falta de sueño reparador de ondas lentas (17-20).

En algunas empresas de la gran minería de Chile, un 30% de trabajadores viven a distancias de traslado de más de 6 horas en bus. En el año 2008 se efectuó un estudio de medición de calidad de sueño usando actigrafías (instrumentos validados de medición indirecta de calidad de sueño), que demostró que aproximadamente un tercio de los trabajadores descansaban muy poco o casi nada, durante el viaje en transporte terrestre hacia su lugar de trabajo para cumplir con su jornada laboral diurna o nocturna (13).

Muchas empresas de la gran minería reportan incidentes y accidentes con una frecuencia mayor al inicio del turno y al final de la jornada laboral en el último día previo al período de descanso. Lo paradójico es pensar que si el trabajador está regresando de su período de descanso, no debería haber incidentes o accidentes en el primer día del turno (13-14). Cuando hay exposición crónica al ruido al dormir, lo que sucede durante el transporte de pasajeros, puede haber algún grado de adaptación. Esto se observa en estudios de seguimiento con polisomnogramas durante 15 días. Sin embargo, en el caso de los trabajadores con turnos que tienen que trasladarse después de su periodo de descanso, cada vez que viajan están expuestos al ruido del medio ambiente (21)

Actualmente, en muchas empresas de transporte de pasajeros, cuando los viajes son largos, uno de los choferes duerme en un espacio habilitado debajo del bus o en algún asiento del mismo bus, mientras el otro conduce y viceversa. Debido a todos los factores ambientales, probablemente el sueño de estos choferes no sea reparador.

## 2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de sueño de un grupo de individuos en dos condiciones: durante el sueño nocturno en un vehículo de transporte terrestre y en una habitación.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Medir la eficiencia de sueño en el vehículo de transporte y en una habitación.
- 2.- Medir los parámetros de arquitectura de sueño en relación al porcentaje de sueño en etapas III y sueño REM en el vehículo de transporte y en una habitación.
- 3.- Medir la microarquitectura de sueño evaluando el índice de microdespertares por hora, en el transporte y en una habitación.
- 4.- Comparar los resultados de las diferentes variables de la arquitectura de sueño en el transporte y en una habitación.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Equipamiento:

- 1.- Equipos de polisomnografía ALICE 5.
- 2.- Equipos computacionales.
- 3.- Dispositivos especiales para convertir electricidad de 12V a 220 V.
- 4.- Dispositivos eléctricos para almacenamiento de energía
- 5.- Dispositivos especiales para la eliminación de corriente eléctrica producida por la fricción del viento con el vehículo en movimiento promedio de 90 kilómetros por hora en carretera.

Personal:

- 1.- Ocho voluntarios que deben tener las siguientes características:

Firma del consentimiento informado para la participación en el estudio.

Edad entre 20-40 años.

IMC menor o igual a 27.

Sexo masculino.

Sin antecedentes médicos de consumo de inductores de sueño o benzodiazepinas.

- 2.- Personal técnico altamente calificado para la realización y registro de polisomnogramas en movimiento

Se rentó un bus a fines del año 2011, para hacer un recorrido desde Santiago - La Serena con un tiempo de seis horas aproximadamente. El vehículo se le realizaron instalaciones eléctricas especiales y adecuaciones necesarias para conectar los equipos ALICE v 5, para realizar el estudio en condición “bus”

Posteriormente se arrendó una habitación de una casa para realizar el estudio en condición “casa”.

El análisis de los polisomnogramas lo realizaron dos médicos especialistas en medicina del sueño, ciegos al tipo de estudio efectuado, es decir, sin identificar si correspondían a la condición “casa” o “bus”. La etapificación se basó en los criterios de la Academia Americana de Enfermedades de Sueño y con criterios internacionales (15-16).

#### 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se compararon los datos de:

Tiempo total de registro (TIB)

Tiempo total de sueño (TST)

Latencia de inicio de sueño (SOL)

Eficiencia de sueño. (ES)

Porcentaje de etapas I-II y III/IV y sueño REM

Índice de microdespertares. (Número de microdespertares/hora) (IM)

Número de despertares durante el sueño. (WASO).

Para comparar las distintas variables cuantitativas entre las dos situaciones experimentales se utilizó la prueba de Student para muestras pareadas.

## 5. RESULTADOS

De los 8 sujetos sometidos a ambas condiciones, en 7 se logró obtener un registro adecuado para su análisis ulterior y uno no se consideró para el análisis por mala calidad del registro en la condición “en bus” (TABLA Nro 1). Los voluntarios tienen menos de 30 años e IMC menor a 27.

**Tabla 1.**

Distribución de los siete voluntarios según edad e IMC.

	MEDIANA	MAXIMA	MINIMA
<b>EDAD</b>	24	29	23,0
<b>IMC</b>	23	27	21,0

Los resultados de los parámetros fisiológicos de sueño medidos por polisomnografía en ambas condiciones se muestra en la tabla 2. El TIB, TST, ES y el porcentaje de etapa REM de sueño, fueron significativamente menores en la condición “en bus” respecto a “en casa”.

Por otro lado, la latencia al sueño REM, tiempo despierto durante el periodo de sueño y etapa NREM II fueron significativamente mayores para la condición “en bus”.

Para el resto de los parámetros como la latencia al sueño, tiempo total despierto, etapa NREM I y Microdespertares no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Por último, para la etapa NREM III/IV y los despertares durante el sueño solo hubo una tendencia a ser menor ( $p=0,0559$ ) y mayor ( $p=0,081$ ) durante la condición “en bus” respectivamente.

**TABLA 2.**

Descripción de los diferentes parámetros de sueño para la condición “en bus” y “en casa”.

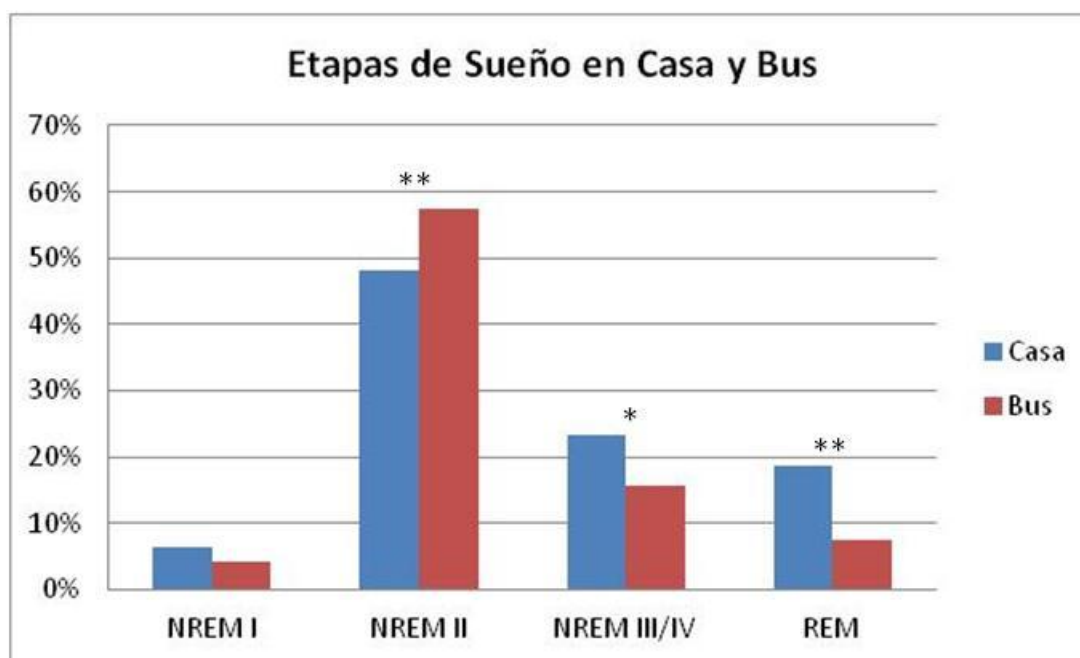
	n	Promedio en Bus	DS en Bus	Promedio en Casa	DS en Casa	Ttest
<b>Tiempo total de registro (min)</b>	7	391	32,37	463,14	49,1	0,0058*
<b>Tiempo total de sueño (min)</b>	7	305,85	49,56	390,64	73,65	0,0195*
<b>Latencia de sueño (min)</b>	7	32,21	49,05	56,21	42,91	0,14
<b>Latencia REM (min)</b>	7	174,85	61,28	97,78	43,45	0,009*



Tiempo total despierto (min)	7	83,92	78,99	71,78	47,92	0,33
T. despierto Periodo Sueño (min)	7	53	36,01	16,92	11,79	0,0247*
Eficiencia de Sueño (%)	7	84,67	11,13	95,64	2,92	0,0208*
ETAPA I (%)	7	4,2	1,55	6,31	3,81	0,14
ETAPA II (%)	7	57,54	8,15	48,07	11,71	0,0243*
ETAPA III / IV (%)	7	15,62	6,97	23,24	6,75	0,0559
ETAPA REM (%)	7	7,32	4,29	18,62	6,9	0,0042*
Microdespertares (n/hora)	7	16,7	5,75	16,85	9,34	0,47
Despertares durante Sueño (n/TST)	7	9	3,55	4,71	4,11	0,081

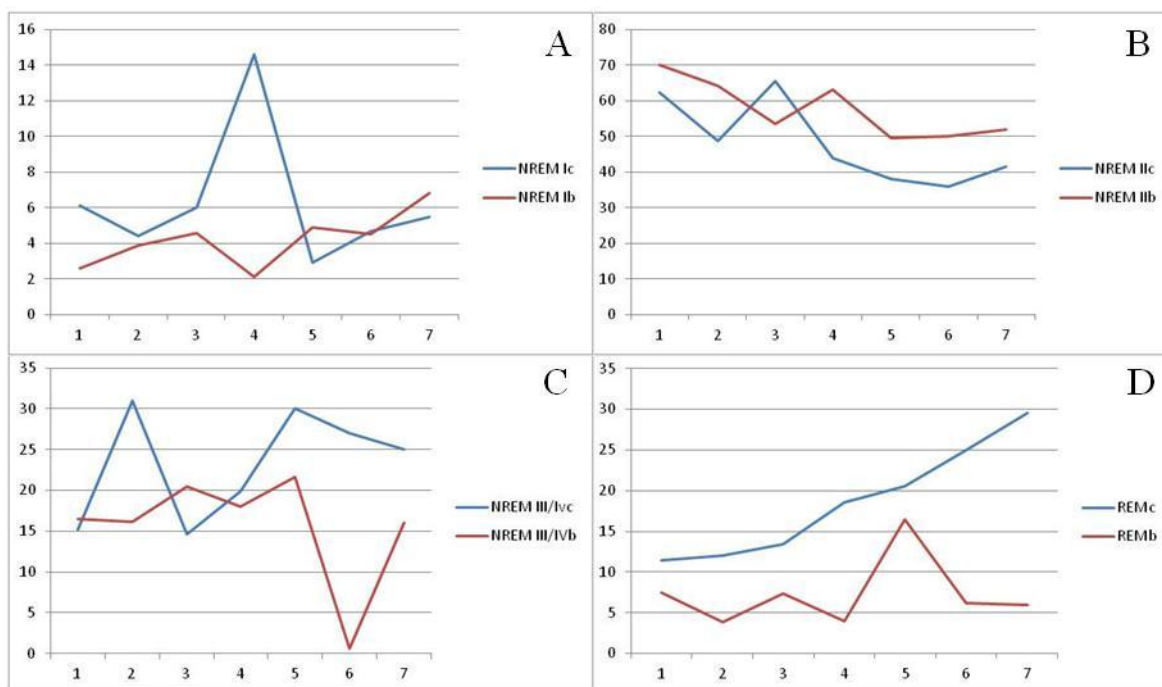
DS= desviación estándar.

La proporción de las distintas etapas de sueño para cada condición puede visualizarse en la Figura 1, en la cual se observan incremento de etapas de sueño I-II en la condición “bus” y disminución de las etapas III/IV y sueño REM en la misma condición.



**Figura 1.** Etapas de Sueño en porcentaje, para las condiciones en Casa y en Bus.  
 \*\* p<0,05; \* Tendencia p=0,0559.

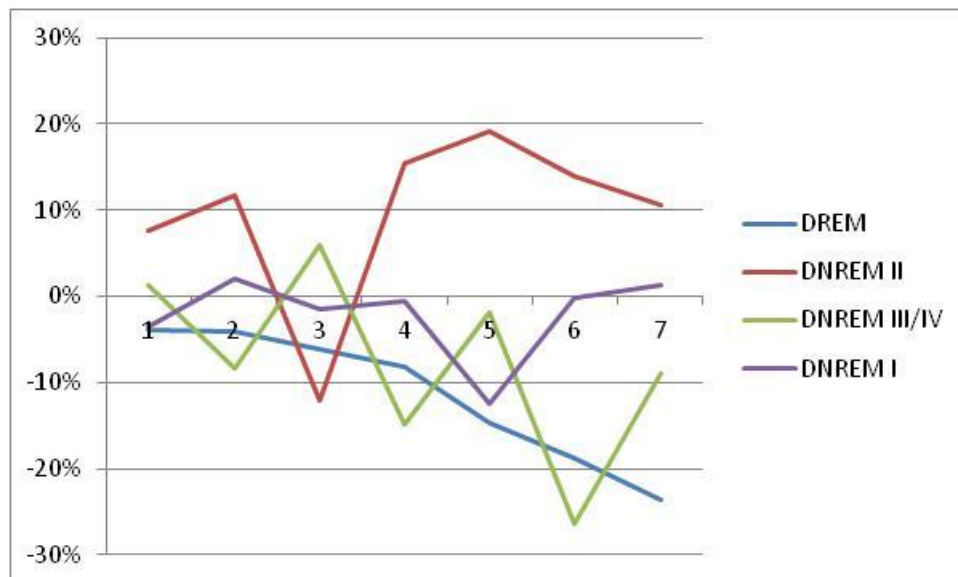
El detalle de la variación por cada individuo se muestra en la Figura 2. Allí se puede apreciar que en la condición “en bus” se obtuvo una menor proporción de etapas NREM I, III/IV y una mayor proporción de etapa NREM II para la mayoría de los sujetos, y una menor proporción de REM en todos los sujetos. Esta última es la que muestra un comportamiento más consistente para la condición “en bus” puesto que es el único caso en que las curvas no se entrecruzan.



**Figura 2.** Variación en las etapas de sueño para cada individuo según condición. Se muestran respectivamente en A, B, C y D las etapas NREM I, II, III/IV y REM. Sufijos c= cama, b= bus. Cada número representa al mismo individuo.

Respecto al impacto de la condición “en bus” se observan comportamientos distintos entre los individuos. Existen sujetos en donde hay relativamente poca repercusión de la situación experimental (sujeto 1 en Figura 3) mientras en otros existe una gran repercusión sobre la arquitectura del sueño (sujeto 2, Figura 3). En

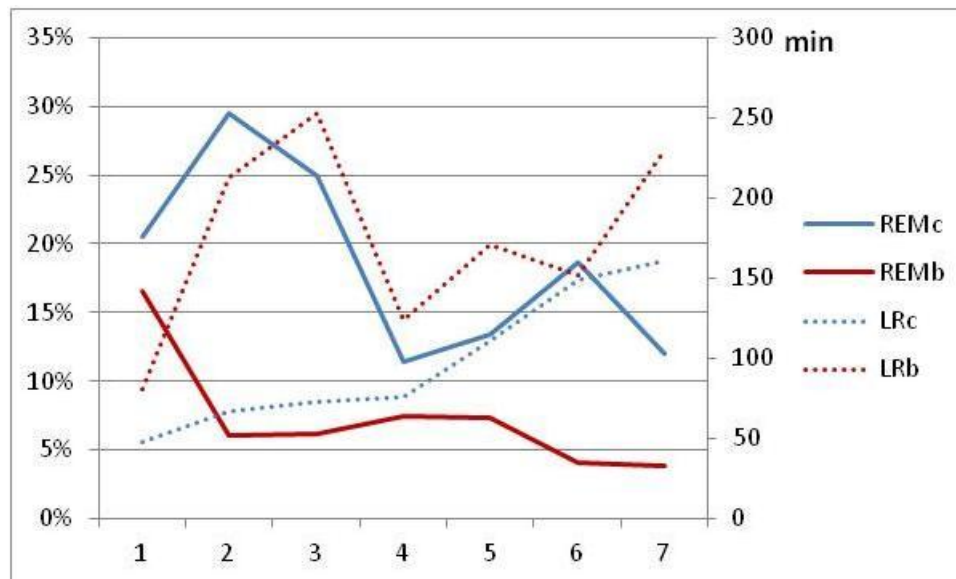
la misma figura se puede constatar nuevamente que dicho impacto parece ser más consistente con la etapa REM, en donde en ningún momento la curva cruza la línea cero (lo que representaría un comportamiento dual, y que sí ocurre para el resto de las etapas).



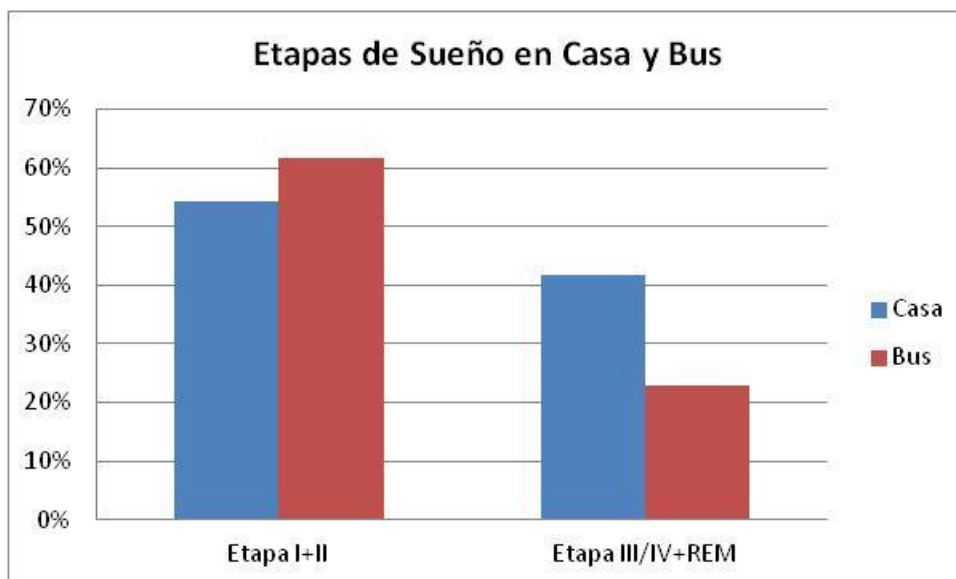
**Figura 3.** Impacto de la condición “en bus” para cada individuo.

Se muestra en cuanto varió la proporción de cada etapa de sueño por individuo (proporción de etapa en bus menos la proporción de etapa en casa). De este modo, los valores positivos representan un aumento de la proporción en la condición “en bus”, los valores negativos una disminución “en bus”, y los valores cercanos a cero que no hubo mayor cambio. Prefijo D= Delta. Nótese que la numeración por individuo no es la misma a la utilizada en la Figura 2.

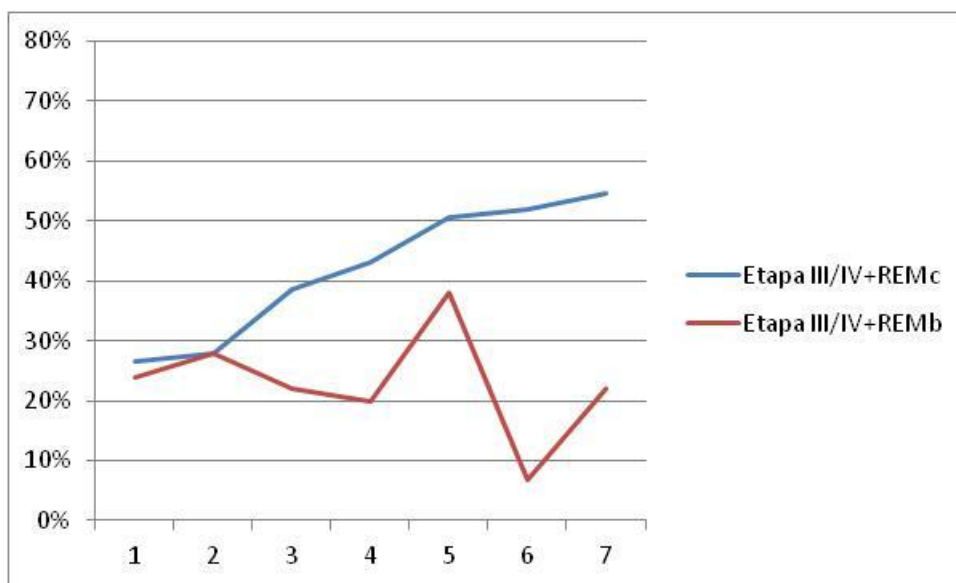
En la Figura 4 se muestra el impacto de la condición experimental sobre la latencia al sueño REM (LR) y sobre la proporción de sueño REM. Durante la condición “en bus” aumenta la latencia al sueño REM ( $p=0,009$ ) y de forma conjunta disminuye la proporción de esta etapa ( $p=0,0042$ ), de forma consistente para cada sujeto.



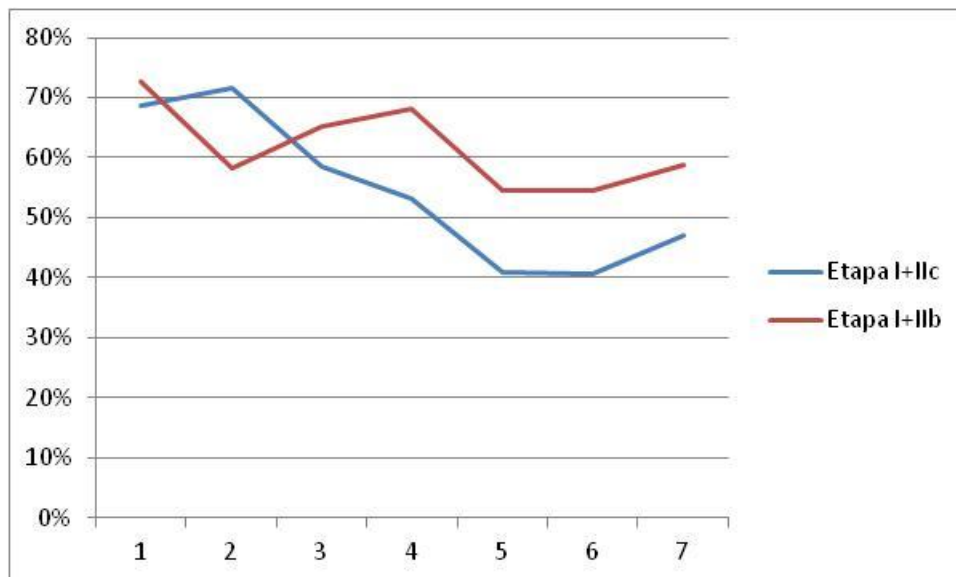
**Figura 4.** Impacto de la condición “en bus” en la Latencia al REM y etapa REM. Numeración de sujetos sigue el mismo orden que la Figura 2. LR = Latencia al REM, Sufijos c= casa, b= bus.



**Figura 5.** Promedio de superficiales de sueño (Etapa I más Etapa II) y Etapa III/IV más REM según condición. Azul durmiendo en habitación en casa, en rojo durmiendo en bus.



**Figura 6.** Sueño Etapa III/IV y REM para cada individuo. En azul se muestra la suma de sueño Etapa III/IV y REM, expresada en porcentaje durmiendo en habitación, y en rojo durmiendo en bus.



**Figura 7.** Sueño Etapa I más Etapa II para cada individuo. En azul se muestra la suma de sueño Etapa I más II expresada en porcentaje durmiendo en habitación, y en rojo durmiendo en bus.

## 6. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

En condiciones de movimiento en vehículo de transporte de pasajeros se pudieron realizar los polisomnogramas y sólo en un voluntario no se pudo analizar los patrones eléctricos debido a que no se pudo aislar los artefactos generados por el movimiento, por lo que no se pudo comparar con el estudio en habitación.

El TIB, TST, ES y el porcentaje de etapa REM de sueño que se observan disminuidos durante el registro de sueño en la condición de “bus”, significa que hay una disminución del período de mayor descanso (en sueño REM), así como continuidad del sueño que como resultado predominan las etapas superficiales del sueño, que se observa aumentadas en la condición de “bus” (etapas I-II).

Como se señalan en las figuras 5,6 y 7, realizando la comparación de las etapas superficiales 1 y 2 versus las etapas de sueño profundo, se observa objetivamente el mayor porcentaje de sueño profundo en la habitación, predominando las etapas superficiales en la condición bus.

Al observar la latencia de inicio de sueño REM, el tiempo despierto y el aumento de etapas I, producen que haya fragmentación de sueño con predominio de sueño superficial en merma de sueño profundo reparador.

Si bien el índice de microdespertares en la condición de “bus”, no se produce una diferencia estadísticamente significativa pero con tendencia a ser mayor en ésta condición y podría explicarse por que la muestra es muy pequeña, siendo similar en el número de WASO durante el registro.

Las variaciones de cada individuo no producen muchas variaciones en la tendencia de incremento de sueño superficial (I.II) en merma de sueño REM y III/IV, lo que produce que la sensación de descanso sea menor.

Los hallazgos observados demuestran que el dormir durante el traslado en un bus produce alteraciones de la arquitectura de sueño que podrían explicar el riesgo de accidentes posterior al traslado, si los individuos llegan directamente a trabajar, sin un previo descanso en condiciones ambientales favorables para un buen dormir.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Gonzalez M. Enfermedades del Sueño y su impacto laboral. Ciencia y trabajo 2004, 6(12):48-52.
- 2.- Lasso J. Introducción a la Medicina del Sueño. Cienc Trab. 2004 Abr-Jun; 6 (12): 53-58
- 3.- Santin Julia. Accidentes automovilísticos: su relación con problemas del sueño. Cienc. Trab;6(12):59-63, abr.-jun. 2004
- 4.- Karachon J, Valencia R, Santin J. Tesis: Relación entre Accidentes de Tránsito y Trastornos del Sueño. Academia de Ciencia Policiales, 2001.
- 5.- Kripke DF, Garfinkel L, Wingard DL, Klauber MR, Marler MR. Mortality associated with Sleep Duration and Insomnia. Arch Gen Psychiatry 2002; 59: 131-136.
- 6.- Guilleminault C, Stoohs R, Shiomi T, Kushida C, Schmittger I. A cause of Excessive Daytime Sleepiness. The Upper Airway Resistance Syndrome. Chest 1993; 104 (3): 781-787.
- 7.- Aldrich MS. Upper airway resistance syndrome. Neurologic Clinic. Sleep disorders 1996; I, 14 (3): 598-609.
- 8.- Wu H, Yan-Go F. Self-reported Automobile Accidents involving patients with Obstructive Sleep Apnea. Neurology 1996; 46: 1254-1257.
- 9.- Garbarino S, Nobili L, Beelke M, De Carli F and Ferrillo F. The Contributing Role of Sleepiness in Highway Vehicle Accidents. Sleep 2001;24(2): 203-206.
- 10.- Stoohs RA, Guilleminault C, Itoi A, Dement WC. Traffic Accidents in Commercial Long-Haul Truck Drivers: The Influence of Sleep-Disordered Breathing and Obesity. Sleep 1994;17(7):619-623.
- 11.- George CFP and Smiley A. Sleep Apnea & Automobile Crashes. Sleep 1999; 22(6):790-795.
- 12.- Horstmann S, Hess CW, Bassetti C, Gugger M, Mathis J. Sleepiness-Related Accidentes in Sleep Apnea Patients. Sleep 2000;23(3):1-7.
- 13.- Lasso J, Carrasco X, Riveros A, Bittner V, 2011. Medición del Ciclo Sueño-Vigilia en Trabajadores de la Gran Minería del Cobre. Cienc Trab. Abr-Jun; 13 [40]: 82-85
- 14.- Reporte de incidentes según día de ingreso al trabajo Minera Pelambres 2008.
- 15.- Rechtschaffen A, Kales A. Eds a manual standarized terminology: Techniques and scoring system for sleep stages of human subjets. 1968.
- 16.- Sleep Scoring in adults. AASM 2001, and AASM 2007.



17.- The Effect of Transportation Noise on Health and Cognitive Development:A Review of Recent Evidence, accesado diciembre 2011.

<http://escholarship.org/uc/item/8434889m>

18.- Michaud, D.S., Fidell, S., Pearsons, K., Campbell, K.C., & Keith, S.E. (2007). Review of field studies of aircraft noise-induced sleep disturbance. *Journal of the Acoustic Society of America*, 121(1), 32-41.

19.- HCN (the Health Council of the Netherlands). (2004). The influence of night-time noise on sleep and health. The Hague:Health Council of the Netherlands. Publication No. 2004/14E.

20.- Passchier-Vermeer, W., Vos, H., Steenbekkers, J., van der Ploeg, F., & groothuis- Oudshoorn, K. (2002). *Sleep disturbance and aircraft noise exposure: Exposureeffect relationships*. TNO Report No. 2002.027. Den Haag:the Netherlands.

21.- Basner, M., & Samuel, A. (2005). Effects of nocturnal aircraft noise on sleep structure. *Somnologie*, 9(2), 84-95