

Sobre el cálculo del límite-umbral admisible para jornadas de trabajo convencionales

On the calculation of admissible threshold limits for non-conventional working days

Leonardo Félix Carbone Camps

Asesorías LCC

lcarbone@entelchile.net

Fecha de envío: 17/08/2015

Fecha de aceptación: 09/10/2015

Resumen

El presente trabajo intenta aclarar el uso que se hace en el DS 594 de la República de Chile de las relaciones de Brief y Scala cuando se trabaja en turnos no convencionales, pues los cálculos realizados permiten inferir que la aplicación que hace el DS 594 de una sola de las relaciones dadas por los autores citados oculta el problema cuando se trabaja en jornadas no convencionales. Esto es así ya que no considera la dosis acumulada semanal cuando se trabaja durante más de 8 horas diarias y por más de 45 horas semanales ni corrige los límites-umbrales estándares de manera confiable, subestimando la magnitud del riesgo, de manera tal que la vida y salud de los trabajadores podría verse afectada por la acción de los agentes que se ponen en contacto con dichos trabajadores. Lo erróneo de la aplicación que hace el DS 594 de solo una de las relaciones dadas por Brief y Scala, se demuestra al comparar los valores calculados utilizando ambas relaciones de Brief y Scala y comparando valores de los Factores de Jornada Diaria y Semanal para 6 sustancias, pero además se realizan cálculos utilizando el concepto de dosis diaria y semanal dados por Zamora Saá.

Palabras clave

Trabajo, no convencional, umbral, dosis, factor, jornada.

Abstract

This work aims at clarifying the current use of the Brief and Scale relationships by DS 595 of Chilean Republic concerning non-conventional work shifts. Our calculations indicate that the application of only one of the said relationships does not properly consider the problem when the accumulated non-conventional work represents over 8 hour per day and over 48 hours per week. Indeed, in this manner, the standard threshold limits are not properly corrected resulting in an underestimation of the risk possibly affecting the well being of workers by the action of agents they are exposed to. The error by DS 594 of using only one of the Brief and Scale relationships becomes evident when values calculated using both of these relationships are confronted with daily and weekly factors for six different substances. Relevant calculations based on Zamora Saá are also presented.

Keywords

Work, Unusual work schedules, threshold, dose, factor, work schedules

1. Introducción

El actual DS 594 (MINSAL, 2015) corrige los valores de los LPP (Límite Permissible Ponderado) para sustancias aplicando solamente el factor de corrección por jornada diaria (Fjd) dado por Brief y Scala (Brief y Scala, 1986), sin considerar para nada las jornadas semanales superiores a 48 horas, denominadas jornadas de trabajo no convencionales, lo cual, de acuerdo con lo que se demuestra en el Capítulo Resultados, conduce a desproteger a los trabajadores, principalmente los que trabajan en jornadas semanales no convencionales.

Además existe cierta ambigüedad en el DS 594 en referencia a los LPP, pues al definir el LPP en el Artículo 59 dice "Límite Permissible Ponderado: Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos existente en los lugares de trabajo durante la jornada normal de 8 horas diarias, con un total de 45 horas semanales", y luego en el Artículo 62º señala "Cuando la jornada de trabajo sobrepase las 8 horas diarias, el efecto de mayor dosis de tóxico que recibe el trabajador unida a la reducción del período de recuperación durante el descanso, se compensará multiplicando los límites permisibles ponderados del artículo 66 por el factor de reducción "Fj" que resulte de la aplicación de la fórmula siguiente, en que "h" será el número de horas trabajadas diarias:

$$Fj = \frac{8}{h} * \frac{24-h}{16}$$

Para una jornada de 8 horas diarias, con un total superior a 45 horas semanales y hasta 48 horas semanales, se utilizará $Fj = 0,90$.

Pero no dice nada referido a que se debe hacer cuando las jornadas semanales son superiores a 48 horas.

Pregunta: ¿Qué pasa cuando las jornadas semanales son mayores de 48 horas? cosa que ya es común en muchas empresas.

Este artículo trata de dar respuesta a esta interrogante.

Metodología

Se han elegido, para demostrar los objetivos de la ponencia, tres sustancias que son aerosoles y tres sustancias que en los ambientes de trabajo se encuentran como gases o vapores. Todas las sustancias elegidas se pueden encontrar habitualmente en minería, maestranzas, muchas otras empresas industriales o en el mundo agrario, pero además dos de ellas, alfa cuarzo y monóxido de carbono muestran enormes diferencias cuando se comparan distintas fuentes que entregan valores de concentraciones máximas umbral o admisibles con los valores entregados en el DS 594.

Para los agentes que se encuentran en forma de aerosoles sólidos (humos y polvos) se anotan los valores de las concentraciones en $[mg/m^3]$ (miligramos de la sustancia contenidos en un metro cúbico de aire, y para los gases y vapores en $[ppm]$ (partes por millón), que equivalen a $[mL/m^3]$ o $[cm^3/m^3]$.

Las sustancias elegidas son:

Aerosoles	<ul style="list-style-type: none"> - Alfa cuarzo, aerosol sólido, fracción respirable - Compuesto de arsénico solubles, aerosol sólido, total, inhalado - Magnesio, aerosol sólido, humo y polvo, inhalado
Gases y vapores	<ul style="list-style-type: none"> - Monóxido de carbono, inhalado - Bromuro de metilo, inhalado - Percloroetileno, inhalado

El valor límite para los gases y vapores se establece originalmente en $[mL/m^3]$ (ppm), valor independiente de las variables de temperatura y presión atmosférica, pudiendo también expresarse en $[mg/m^3]$ para una temperatura de 25 °C y una presión de 1 [atm] (101,3 [kPa]). La conversión de $[ppm]$ a $[mg/m^3]$ se efectúa utilizando la siguiente ecuación, en la que el producto de $R * T$ es igual a 24,45 para $t = 25$ °C, y en que PM es el peso molecular de la sustancia:

$$LPP [mg/m^3] = LPP [ppm] * \frac{PM}{R * T}$$

Los valores de algunas de las variables relacionadas con los LPP dados en el DS 594, conocidas, son:

Tiempo de exposición: 8 horas día, 45 horas semana.

Presión estándar: 1 atmósfera (inferida).

Temperatura estándar: 20 °C (inferida).

Valores de los LPP válidos sólo para daño generado al inhalar el aerosol o los gases y vapores.

El DS 594 no señala nada sobre las características individuales de los trabajadores tales como variabilidad y susceptibilidad individuales, o del medio ambiente de trabajo tales como temperaturas, humedades relativas u otros. Considera sólo la presión barométrica local, pero además no entrega otros antecedentes que permitan saber sobre el significado exacto de lo que se denomina LPP.

Insistimos, en el próximo apartado se intentará demostrar que los valores corregidos

calculadas de los LPP diario corregido con los LPP semanal corregidos.

Los valores que se entregan en la [Tabla 2](#) se han calculado utilizando las relaciones dadas en la [Tabla 1](#).

Para fortalecer las razones por las cuales se debe calcular siempre el F_{js} , se realizan cálculos que emplean la Dosis Efectiva ([Bascom R. et al. 1996](#); [Zamora Saá, Tesis Doctorado, 2013](#)):

$$D_{ef} = C \cdot T \cdot V$$

C es la concentración ambiental de la sustancia, T el tiempo de exposición diario o semanal y V la ventilación pulmonar según sea la actividad que se desarrolle.

Se define además la Dosis Máxima dada por:

$$D_{m\acute{a}x} = C_c \cdot T \cdot V$$

C_c es el valor estándar diario o semanal

Tabla 1: Valores de F_{jd} y F_{js} según duración de jornadas

8 hr día 45 hr semana	F	8 hr día 48 hr semana	F
$F_{jd} = (8/8) \cdot ((24-8)/16)$	1	$F_{jd} = (8/8) \cdot ((24-8)/16)$	1
$F_{js} = (45/45) \cdot ((168-45)/123)$	1	$F_{js} = (45/48) \cdot ((168-48)/123)$	0,91
12 hr día 48 hr semana		12 hr día 72 hr semana	
$F_{jd} = (8/12) \cdot ((24-12)/16)$	0,50	$F_{jd} = (8/12) \cdot ((24-12)/16)$	0,5
$F_{js} = (45/48) \cdot ((168-48)/123)$	0,91	$F_{js} = (45/72) \cdot ((168-72)/123)$	0,49
12 hr día 84 hr semana			
$F_{jd} = (8/12) \cdot ((24-12)/16)$	0,50		
$F_{js} = (45/84) \cdot ((168-84)/123)$	0,37		

Nota: Destacado con negrita valores de F_{js} inferiores a F_{jd}

por duración de jornada, actualmente calculados, permitirán "legalizar" ambientes de trabajo peligrosos. Así, corregiremos sólo por la exposición diaria y no por la exposición semanal, no considerando por tanto el incremento de esta masa en la forma de una dosis semanal. El sólo cálculo de F_{jd} minimiza el riesgo, para muchas sustancias, cuando se labora en jornadas mayores de 48 horas semanales.

Para demostrar que el sólo cálculo del F_{jd} diario (F_{jd}) es insuficiente y conduce a subestimar el riesgo real, se calculan los valores del F_{js} semanal (F_{js}) y de los LPP semanales corregidos siguiendo a Brief y Scala, comparando luego las magnitudes

que equivale al LPP del DS 594, T el tiempo de exposición diaria o semanal y V la ventilación pulmonar según la actividad que se desarrolle.

La [Tabla 3](#) da los resultados de las dosis máximas para iguales sustancias y tiempos que los utilizados en la [Tabla 2](#).

Resultados

La [Tabla 2](#) presenta los valores de los límites corregidos según las relaciones dadas en la [Tabla 1](#), basados en los LPP del DS 594/2015, y que hacen referencia al trabajo en diferentes duraciones de jornadas, tanto diarias como semanales y que, para muchas empresas, son

ya habituales. Se dan también, en negrita, los valores que indican que los LPP corregidos mediante el cálculo de F_{js} son muy inferiores a los corregidos sólo por F_{jd} .

En la [Tabla 2](#) los valores de la columna 3 son los valores presentes en el DS 594 para 8 horas diarias de exposición. Los correspondientes valores del LPP corregido para jornadas de 12

horas diarias se dan en la columna 6.

Las columnas 8 y 9 presentan los valores que debe tomar el LPP corregido cuando se trabaja en jornadas semanales no convencionales.

Los valores de los límites corregidos por jornada semanal inferiores al límite calculado mediante la sola aplicación del F_{jd} se entregan destacados.

Tabla 2: Valores del LPP según SD 594/2015 corregidos para jornadas no convencionales

		Horas por día (d) y horas por semana (s) Valores corregidos del LPP							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Jornadas	8d	45s	48s	12d	48s	72s	84s	
	F_{jd}/F_{js}	1	1	0,9	0,5	0,9	0,49	0,37	
Sustancia	LPP DS594/15								
	mg/m ³	Ldía	Lsem	Lsem	Ldía	Lsem	Lsem	Lsem	
α Cuarzo Fracción respirable	0,08	0,08	0,08	0,07	0,04	0,072	0,039	0,030	
As Compuestos salubres.	0,01	0,01	0,01	0,009	0,005	0,009	0,005	0,004	
Mn Comp. Sol. humos polvos	0,88	0,88	0,88	0,79	0,44	0,79	0,43	0,33	
	0,90	0,90	0,90	0,80	0,45	0,80	0,40	0,30	
Sustancia	LPP DS594/15	8d	45s	48s	12d	48s	72s	84s	
	LLPP ppm	Ldía	Lsem	Lsem	Ldía	Lsem	Lsem	Lsem	
Mónóxido carbono	44	44	44	40	22	40	22	16	
Bromuro de metilo	1	1	1	0,9	0,5	0,9	0,5	0,4	
Percloro etileno	22	22	22	20	11	20	11	8	

Tabla 3: Valores Dosis Máximas

		Horas por día (d) y horas por semana (s) Valores Dosis Máxima [mg] según jornada y							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Jornadas	8d	45s	48s	12d	48s	72s	84s	
	Minutos	480	2700	2880	720	2880	4320	5040	
Reposo	V [m³ /min]	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	
Sustancia	LPP DS594/15								
	[mg/m³]	Dmáxd	Dmáxs	Dmáxs	Dmáxd	Dmáxs	Dmáxs	Dmáxs	
α Cuarzo	0,08	0,29	1,62	1,73	0,43	1,73	2,59	3,02	
As Comp Sol	0,01	0,04	0,20	0,22	0,05	0,22	0,32	0,38	
Mn humos	0,88	3,17	17,82	19,01	4,75	19,01	28,51	33,26	

		Horas por día (d) y horas por semana (s) Valores Dosis Máxima [mg] según jornada y							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Jornadas	8d	45s	48s	12d	48s	72s	84s	
	Minutos	480	2700	2880	720	2880	4320	5040	
T r a b j . Medio	V [m³ /min]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Sustancia	LPP DS594/15								
	[mg/m³]	Dmáxd	Dmáxs	Dmáxs	Dmáxd	Dmáxs	Dmáxs	Dmáxs	
α Cuarzo	0,08	0,77	4,32	4,61	1,15	4,61	6,91	8,06	
As Comp Sol	0,01	0,10	0,54	0,58	0,14	0,58	0,86	1,01	
Mn humos	0,88	8,45	47,52	50,69	12,67	50,69	76,03	88,70	

		Horas por día (d) y horas por semana (s) Valores Dosis Máxima [mg] según jornada y							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Jornadas	8d	45s	48s	12d	48s	72s	84s	
	Minutos	480	2700	2880	720	2880	4320	5040	
T r a b j . Medio	V [m³ /min]	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Sustancia	LPP DS594/15								
	[mg/m³]	Dmáxd	Dmáxs	Dmáxs	Dmáxd	Dmáxs	Dmáxs	Dmáxs	
α Cuarzo	0,08	1,15	6,48	6,91	1,73	6,91	10,37	12,10	
As Comp Sol	0,01	0,14	0,81	0,86	0,22	0,86	1,30	1,51	
Mn humos	0,88	12,67	71,28	76,03	19,01	76,03	114,05	133,06	

Nota: Los valores de las Dosis Máximas mayores que las calculadas para 45 horas semanales, que es la dosis máxima admisible semanal, se presentan destacadas

Discusión de resultados

La [Tabla 2](#) prueba que para jornadas semanales mayores de 48 horas, el sólo cálculo del F_{jd} perjudica a los trabajadores cuando se trata de jornadas no convencionales mayores de 48 horas, pues si se comparan los valores destacados de las columnas 8 y 9 con la columna 6, se verifica que los valores de los LPP corregidos por jornada semanal son inferiores a los valores corregidos por jornada diaria.

En el caso de la [Tabla 3](#) se verifica, igualmente, que los valores de la Dosis máxima de las columnas 5, 7, 8 y 9 son superiores a los valores dados en la columna 4, que corresponden a jornadas semanales estándares

La [Tabla 2](#) permite entender por qué se deben calcular siempre los valores para la jornada diaria y semanal, aplicando el LPP corregido de menor valor entre jornada diaria y jornada semanal, pues de otra manera se perjudica, en forma notoria, a los trabajadores, máxime si se trata de sustancias que metabolizan lentamente, se compartimentan o generan daño crónico diferido en el tiempo.

La [Tabla 3](#) refrenda los resultados dados en la [Tabla 2](#), pues para las mismas sustancias y tiempos semanales que los de la [Tabla 2](#), los resultados demuestran que al no calcular los F_{js} se perjudica en forma notoria a los trabajadores, perjuicio que se incrementa si se toma en cuenta la carga de trabajo, algo que no señala en forma explícita el DS 594/2015.

En el caso del arsénico y de sus compuestos solubles se debe además tomar en cuenta que el valor del LPP dado no se aplica al trióxido de arsénico, pues en éste caso la vida media biológica es muy larga y su Límite es inferior.

Para el caso del alfa cuarzo y el monóxido de carbono la cosa es aún más crítica, ya que los valores del LPP que entrega el DS 594 están anticuados, pues no consideran los actuales estudios que han determinado con más exactitud sus verdaderos efectos, principalmente los crónicos en el caso del monóxido y el cáncer en el caso de alfa cuarzo.

Además de las anteriores consideraciones relacionadas con el perjuicio generado por no considerar los F_{js} para jornadas no convencionales, se debe agregar la duda

generada sobre aquellas sustancias con efectos a largo plazo o cancerígenos, o cuyos efectos no se estabilizan al interrumpir el contacto, como es el caso del alfa cuarzo, máxime cuando no hay estudios que permitan avalar lo dado en el DS 594..

Conclusiones

El DS 594 no toma en cuenta lo que ocurre cuando las jornadas semanales son no convencionales al aplicar sólo F_{jd} para calcular el LPP corregido por jornada, a pesar de que en el Artículo 62 señala que si la jornada diaria es de 8 horas (lo que conduce a un $F_{jd}=1$) pero la semanal es mayor de 45 horas semanales, con tope de 48 horas, el valor del FJd debe ser igual a 0,9, sin decir nada sobre jornadas semanales mayores de 48 horas, en las cuales los F_{js} dan valores menores que el F_{jd} , según lo demuestran los datos entregados en la [Tabla 2](#) y refrendados por los datos de la [Tabla 3](#).

Los valores de los límites corregidos dados en el DS 594, cuando se los corrige solamente por jornada diaria, sin tomar en cuenta la duración de jornadas semanales no convencionales, desprotegen a los trabajadores expuestos, contraviniendo todas las normas de la Prevención de Riesgos y de la Salud Ocupacional.

Para que no se perjudique a los trabajadores se deben calcular siempre, en el caso de jornadas no convencionales, el LPP corregido diario y el LPP corregido semanal mediante el uso de las relaciones dadas por Brief y Scala, eligiendo como LPP corregido a utilizar en la faena el de menor valor entre los dos, para todas las sustancias que considera el DS 594 en su Artículo 66.

Referencias bibliográficas

Bascom R. et al, (1996). Health Effects of Outdoor Air Pollution, American Journal of respiratory and critical care medicine, 1996, 153(1), p. 3-50.

Brief, R.S., Scala, R.A.(1975). Occupational Exposure Limits for Novel Work Schedules, American Industrial Hygiene Association Journal, Vol. 36 (6), p. 467-469.

MINSAL, (2015). Decreto Supremo 594 "Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambiental Básicas en los lugares de Trabajo".

Zamora Saá, M., (2013). Tesis Doctorado "Impatto dell'esposizione combinata a sílice libera cristalina e a pressione barometrica bassa nei minatori cileni in altitudine sttoposti a turni di lavoro non convenzionali", Sapienza Universidad de Roma.