

Exposición a Monóxido de Carbono en trabajadores de control vehicular-Cuenca: estudio exploratorio

Ruth Rosas¹ Angélica Ochoa^{1,2} Diana Morillo² Nancy García¹ y Susana Andrade²

¹ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca, ruth.rosas@ucuenca.edu.ec

² Departamento de Biociencias, Universidad de Cuenca

Recibido: 01-07-2015. Aceptado después de revisión: 23-08-2015.

Resumen: El presente estudio exploratorio evalúa la exposición al monóxido de carbono (CO), expresado en porcentaje de carboxihemoglobina (%COHb), entre los trabajadores de los centros de control vehicular (CRV) DANTON-Cuenca. Todos los trabajadores (n=55) de los CRVs de Capulispamba y Mayancela participaron en este estudio. El %COHb se determinó a partir de muestras de sangre tomadas al inicio y final de un día laboral de febrero, abril y julio de 2013. Los resultados muestran que el %COHb se incrementó del inicio al final de la jornada laboral en ambos CRVs tanto en el grupo de trabajadores que fuman y no fumadores ($P < 0.001$). Entre los no fumadores (N=42), el %COHb al final de la jornada sobrepasó el valor límite biológico (VLB) para COHb (3.5%) únicamente en el CRV de Mayancela (4.12%, $P < 0.05$). Entre los fumadores (N=13), los promedios de %COHb al final de la jornada sobrepasaron los VLB en ambos CRVs. Se concluye, que los trabajadores de los CRVs de Mayancela y aquellos que fuman presentan %COHb mayores al VLB.

Palabras claves: Monóxido de Carbono, Carboxihemoglobina, monitoreo, Microdifusión.

Abstract: This exploratory study aims to evaluate the carbon monoxide exposure expressed as percentage of carboxyhemoglobin (%COHb) among the vehicle-examiners of the vehicle control centers (VCC) "DANTON"-Cuenca. All the employees (N=55) in both VCCs in Cuenca (Capulispamba and Mayancela) were included. Blood samples taken at the beginning and at the end of the journey of one day at early February, April and July 2013 were used to estimate %COHb. The results show that the %COHb increased from the beginning to the end of the journey among employees in both VCCs and among smokers and non-smokers ($P < 0.001$). Among non-smokers (N=42), the %COHb at the end of the journey was higher than the biological limit value (BLV) of 3.5% only for Mayancela employees (4.12%, $P < 0.05$). Among smokers, the mean %COHb at the end of the journey was higher than the BLV in both VCCs. In general, Mayancela employees and those who smoke showed higher exposition to CO measured as a %COHb.

Keywords: Carbone Monoxide, Carboxinhemoglobin, monitoring, microdiffusion.

1. Introducción

Los escapes de vehículos motorizados que usan diésel o gasolina como medios de combustible emiten compuestos potencialmente tóxicos que incluyen: (i) componentes gaseosos (CO, óxidos de nitrógeno, compuestos volátiles orgánicos), (ii) partículas (carbón orgánico y elemental, sulfatos y metales), (iii) nitroarenos e hidrocarburos aromáticos policíclicos distribuidos entre los gases y las partículas [1, 2]. Estudios epidemiológicos han demostrado que la exposición a estos compuestos puede causar enfermedades que van desde reacciones alérgicas y asma hasta enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón [1, 3]. Desde una perspectiva de salud pública, el CO emitido por los vehículos [4] es de importancia debido a que está entre los principales contaminantes ambientales alcanzando cifras superiores al 80% en algunos países [5, 6]. Una vez inhalado, el CO se une a la hemoglobina generando COHb [7], la afinidad del CO por la hemoglobina es 210 veces superior que la afinidad del oxígeno y la COHb neoformada libera el CO muy lentamente causando una importante disminución en la

oxigenación tisular [4]. Esto podría explicar porque el CO es el agente causal de más del 50% de todas las intoxicaciones reportadas en la población general [8].

La exposición a CO puede ser aguda y crónica. Tras una exposición aguda que incremente los valores de COHb por encima del 20% [8], una persona sana experimenta síntomas como cefalea, disnea, confusión y náusea, si cesa la fuente de CO y aumenta la oxigenación del ambiente estos síntomas son reversibles [6, 9]. Sin embargo, cuando la COHb alcanza concentraciones superiores al 40% puede desencadenar convulsiones y coma; la muerte ocurre cuando las concentraciones son superiores al 60% [8]. Si bien el CO no se acumula en el organismo tras una exposición crónica, la anoxia persistente puede causar daños en sistema nervioso central (insomnio, alteraciones del comportamiento, síndrome de Párkinson) y en el miocardio, incrementando potencialmente el riesgo de padecer una enfermedad isquémica del corazón, arritmias ventriculares secundarias al ejercicio y angina inducida por el ejercicio [8, 10].

Se ha demostrado que ciertos trabajadores como los inspectores de motores, los mecánicos, los conductores de buses, camiones y taxis, los operadores de garajes y de estaciones de gasolina [11, 12] se encuentran en contacto continuo con las emisiones vehiculares provocando una alta exposición a CO [12]. Además es sabido que cuando los trabajos se realizan en lugares cerrados, es posible alcanzar la concentración letal de CO a los 10 minutos de estar expuesto a un vehículo encendido, esto explicaría por qué más de la mitad de las muertes secundarias a CO se atribuyen a la exposición a vehículos encendidos en garajes cerrados [8, 11, 13]. Concentraciones de COHb inferiores al VLB de 3.5% tras 8 horas de jornada laboral se consideran adecuadas entre este tipo de trabajadores [14, 15]. El riesgo de que estos trabajadores padezcan las afecciones crónicas anteriormente descritas luego de una exposición continua a CO varía en función del tiempo y la intensidad de la exposición [2, 16, 17], y probablemente su estado de salud y hábitos de fumar. Es así, que un estudio revela apenas un débil incremento en el riesgo de muertes secundarias a enfermedades cardiovasculares entre los inspectores de vehículos motorizados durante los 10 primeros años de exposición continua, sin embargo, el riesgo se incrementa notablemente luego de transcurridos los 10 años [18]. Así mismo las concentraciones de COHb necesarias para producir alteraciones cardíacas como arritmias ventriculares secundarias al ejercicio son menores entre pacientes con enfermedades coronarias pre-existentes [8], y es sabido que las concentraciones de COHb son menores en los no fumadores comparados con los fumadores [19], Es así, que las concentraciones de COHb al laborar en alguno de los oficios altamente expuestos, podría ser mayor para los trabajadores que fuman y/o padecen alguna enfermedad cardíaca preexistente [16].

En la ciudad de Cuenca-Ecuador se dispone de dos CRVs, encargados de monitorear las emisiones vehiculares. En estos centros, los trabajadores laboran en lugares cerrados durante ocho horas diarias y el motor de los vehículos permanece encendido al momento de realizar la inspección [20]. Por lo tanto, estos trabajadores estarían potencialmente expuestos a concentraciones elevadas de CO. Al momento, existen escasos datos al respecto en nuestro país y no se ha realizado ningún estudio en los CRVs de Cuenca, conocer los niveles de exposición permitirá identificar puntos críticos con la finalidad de garantizar una menor exposición a CO y evitar complicaciones agudas y crónicas. Los objetivos de este estudio son comparar (i) las concentraciones de COHb al inicio y al final de la jornada laboral entre los trabajadores fumadores y no fumadores de los CRVs de Cuenca (Mayancela y Capulispanba), y, (ii) los %COHb con el VLB de 3.5% al final de la jornada laboral.

2. Materiales y métodos

En el presente estudio, de tipo no experimental, transeccional y exploratorio, participaron todos los trabajadores (n=55) de los CRVs Mayancela (n=30) y Capulispamba (n=25) de la Empresa de control vehicular DANTON. El estudio se llevó a cabo durante los meses de Febrero, Abril y Julio del año 2013. Los directivos de la empresa DANTON revisaron y aprobaron el estudio, y los trabajadores firmaron un consentimiento informado.

2.1. Características generales

Las características generales de los trabajadores fueron recolectadas mediante una encuesta aplicada al inicio de la investigación (febrero de 2013). Se recolectó información respecto a: edad en años, género, lugar de residencia actual (urbano/rural), cargo que ocupan en la empresa (administrativos/inspectores de línea/conductores), años de antigüedad en la misma, hábitos de fumar (fumadores/no fumadores) y frecuencia de uso de equipo de protección respiratoria (siempre/a veces/nunca). Esta última variable se recolectó únicamente para el personal directamente expuesto a los vehículos (inspectores de línea y conductores).

2.2. Estimación del %COHb

El %COHb se determinó a partir de muestras de sangre venosa (3.5mL), extraídas de los participantes en sus puestos de trabajo y almacenadas al vacío. Las muestras fueron tomadas al inicio (7h00) y al final de la jornada laboral (17h00) durante un día en la primera semana de los meses de febrero abril y julio de 2013. Inmediatamente después de su extracción, las muestras de sangre fueron analizadas en el laboratorio de Toxicología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca por personal capacitado con amplia experiencia en análisis toxicológicos. El %COHb se estimó mediante las técnica de Microdifusión de Feldstein Klendshoj y de espectrofotometría [9, 21]. Los %COHb fueron comparados con los VLB para entornos laborales expuestos sugeridos por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Porcentajes de COHb inferiores a 3.5% al final de la jornada laboral fueron considerados adecuados [15].

2.3. Análisis Estadístico

Los datos de los cuestionarios y los registros de %COHb de laboratorio fueron ingresados en Microsoft Excel 2010, el análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa Stata versión 12.0 (College Station, TX, USA). Las variables continuas y categóricas se reportaron como media aritmética (desviación estándar) y porcentajes respectivamente. Las diferencias en características generales como edad y años de antigüedad de los trabajadores entre los CRVs de Capulispamba y Mayancela y entre fumadores y no fumadores fueron evaluadas con la Prueba T para dos muestras. Diferencias en la proporción de hombres, uso de equipo de protección respiratoria, cargo de los trabajadores, lugar de residencia y proporción de fumadores (aplica solo para diferencias entre CRVs) se evaluaron con el test del Chi-cuadrado.

Tabla 3. Características generales de los trabajadores de los centros de revisión vehicular (CRV) del cantón Cuenca, ubicados en Capulispamba y Mayancela. Azuay - Ecuador 2013.

	Total (n=55)	CRV Capulispamba (n=25)	CRV Mayancela (n=30)	Valor P	No fumadores (n=42)	Fumadores (n=13)	Valor P
Edad (media(DS))	30.0 (6.8)	28.8 (6.5)	31.1 (6.9)	0.22 ^b	29.7 (6.6)	30.8 (7.5)	0.62 ^b
Años de servicio (media (DS))	2.7 (1.9)	2.7 (1.8)	2.7 (1.9)	0.97 ^b	2.6 (1.7)	2.9 (2.3)	0.59 ^b
Proporción de hombres (%)	85.5	92.0	80.0	0.21 ^c	81.0	100.0	0.09 ^c
Fumadores (%)	23.6	20.0	26.7	0.56^c			
Protección respiratoria^a				0.18^c			0.75^c
<i>Nunca</i> (%)	4.7	5.0	4.6		3.5	7.7	
<i>A veces</i> (%)	66.7	80.0	54.6		65.5	69.2	
<i>Siempre</i> (%)	28.6	15.0	40.9		31.0	23.1	
Puestos de trabajo				0.85^c			0.31^c
<i>Administrativos</i> (%)	34.6	28.0	40.0		40.5	15.4	
<i>Inspectores de línea</i> (%)	27.3	32.0	23.3		26.2	30.8	
<i>Conductores</i> (%)	38.2	40.0	36.7		33.3	53.9	
Lugar de residencia				0.46^c			0.49^c
<i>Urbano</i> (%)	54.6	40.0	50.0		42.9	53.9	
<i>Rural</i> (%)	45.5	60.0	50.0		57.1	46.2	

n: número de datos, DS: desviación estándar, ^aUso de equipo de protección respiratoria: se excluyen los administrativos (N=42, N_{Capulispamba}=20, N_{Mayancela}=22, N_{no fuma}=29, N_{fuma}=13), ^bvalores P calculados aplicando la Prueba T para dos muestras, ^cValores P calculados aplicando la Prueba del Chi-cuadrado.

Con el fin de reportar la exposición al CO relacionada únicamente con el ambiente de trabajo, los %COHb se analizaron por separado para fumadores y no fumadores. Para cada uno de estos grupos, los %COHb al inicio y al final de la jornada laboral se presentan de tres formas: (i) por separado por cada mes y para cada CRV (ii) como el promedio de las tres mediciones (Febrero, Abril y Julio) para cada CRV, y, (iii) como el promedio de los dos CRVs para cada mes de medición.

Las diferencias entre el %COHb al inicio y final de la jornada laboral se evaluaron mediante la Prueba T para datos pareados. Las diferencias en el %COHb entre el CRV de Capulispamba y Mayancela se evaluaron mediante modelos de regresión lineal ajustados por la edad de los participantes, sus años de antigüedad, su cargo en la empresa, la proporción de hombres, el uso de equipo de protección respiratoria y el lugar de residencia con el fin de controlar los posibles factores de confusión. Finalmente, se usó la Prueba T de una cola para comparar los %COHb inicial y final de los CRVs con el VLB de 3.5% al final de la jornada laboral. Todos los análisis fueron realizados con un nivel de significancia del 5%. Los datos cumplieron los supuestos requeridos para todos los test estadísticos.

3. Resultados

Todos los trabajadores (n=55) participaron en el estudio. La Tabla 1 muestra sus características generales. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los trabajadores de Mayancela con los de Capulispamba o entre fumadores y no fumadores. La edad promedio de los trabajadores fue de 30 ± 6.8 años. La mayoría de los trabajadores fueron hombres (85%), únicamente el 24% reportaron fumar y el 55% residían en el área urbana de la ciudad. En cuanto a las características laborales, la antigüedad de los trabajadores en la empresa fue de 2.8 ± 1.9 años, la mayoría laboraban como conductores o inspectores de línea (65%), de los cuales únicamente el 23% reportaron el uso continuo de equipo de protección respiratoria.

Carboxihemoglobina en no fumadores

Resultados generales (promedio de las tres mediciones)

El promedio de las tres mediciones de %COHb al final de la jornada laboral superó el promedio al inicio de la jornada tanto en el CRV de Capulispamba ($P < 0.001$) como en el CRV de Mayancela ($P < 0.001$) tal como se muestra en la Tabla 2. El %COHb al final de la jornada laboral superó estadísticamente el VLB únicamente en el CRV de Mayancela (4.12%, $P < 0.05$). Sin embargo, al analizar en conjunto los datos de ambos CRVs las concentraciones al final de la jornada laboral (3.93%, $P < 0.05$) sobrepasaron el VLB demostrando con esto la fuerte influencia de las concentraciones más elevadas entre los trabajadores de Mayancela en el resultado general (Tabla 2).

Resultados por mes

Durante los meses de febrero y julio no existieron diferencias en el %COHb entre los trabajadores de Capulispamba y Mayancela ni al inicio ni al final de la jornada laboral (Valor P para todas las comparaciones > 0.05). Sin embargo, en el mes de abril el %COHb fue mayor entre los trabajadores de Mayancela tanto al inicio ($P = 0.004$), como al final de la jornada laboral ($P = 0.008$), como se muestra en la Tabla 2.

Al comparar los valores de %COHb con el VLB al final de la jornada laboral, el %COHb superó estadísticamente los límites recomendados en el CRV de Capulispamba únicamente durante el mes de febrero (4.19%, $P < 0.05$), mientras que en el CRV de Mayancela, el %COHb superó el VLB en el mes de abril (4.68% $P < 0.05$). Al analizar en conjunto los datos de los dos CRVs, los %COHb superaron el VLB al final de la jornada laboral en los meses de febrero (4.06%, < 0.05) y abril (4.17%, $P < 0.05$), como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Concentraciones de Carboxihemoglobina en los trabajadores de los centros de revisión vehicular del cantón Cuenca ubicados en Capulispamba y Mayancela. Azuay - Ecuador 2013 (no fumadores).

	Jornada Laboral	CRV Capulispamba (n=20)		CRV Mayancela (n=22)		Valor P ^c	%COHb de los dos CRV ^d media (DS)
		%COHb media (DS)	Valor P ^b	%COHb media (DS)	Valor P ^b		
		Febrero 2010	Inicio	1.86 (0.77)	<0.001		
	Final	4.19 (1.40)*		3.93 (1.42)		0.970	4.06 (1.40) *
Abril 2010	Inicio	1.77 (0.42)	<0.001	2.42 (0.78)	<0.001	0.004	2.10 (0.72)
	Final	3.61 (1.06)		4.68 (1.73)*		0.008	4.17 (1.50) *
Julio 2010	Inicio	1.74 (0.23)	<0.001	2.10 (0.67)	<0.001	0.050	1.90 (0.54)
	Final	3.40 (0.72)		3.75 (1.29)		0.110	3.58 (1.06)
Promedio de los 3 meses^a	Inicio	1.78 (0.39)	<0.001	2.12 (0.76)	<0.001	0.150	1.95 (0.63)
	Final	3.73 (1.02)		4.12 (1.38)*		0.120	3.93 (1.22) *

DS: desviación estándar, %COHb: porcentaje de Carboxihemoglobina, CRV: centros de revisión vehicular, ^a Promedio de % COHb inicial y final considerando los tres puntos de monitoreo (Febrero, Abril y Julio 2013), ^b Valores P obtenidos a partir de Prueba T para datos pareados para comparar el %COHb al inicio de la jornada con el %COHb al final de la jornada, ^c Valores P obtenidos por modelos de regresión lineal para comparar los %COHb entre los CRVs ajustado por años de servicio, genero, uso de equipo de protección respiratoria y lugar de residencia, ^d Promedio de % COHb considerando los datos de los dos centros de revisión vehicular, * %COHb significativamente mayor (P <0.05) que el valor límite biológico (3.5%) dado por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, valor P obtenido a partir de la prueba T de una cola.

Tabla 3. Concentraciones de Carboxihemoglobina en los trabajadores de los centros de revisión vehicular del cantón Cuenca ubicados en Capulispamba y Mayancela. Azuay - Ecuador 2013 (solo fumadores).

	Jornada laboral	CRV Capulispamba (n=5)		CRV Mayancela (n=8)		Valor P ^c	%COHb de los dos CRV ^d media (DS)
		%COHb media (DS)	Valor P ^b	%COHb media (DS)	Valor P ^b		
Febrero 2010	Inicio	2.31 (1.25)	0.0021	3.27 (0.72)	<0.001	0.15	2.90 (1.03)
	Final	4.90 (0.82)*		5.61 (0.97)**		0.13	5.34 (0.95)**
Abril 2010	Inicio	1.95 (0.62)	<0.001	3.84 (0.61)	<0.001	0.003	3.11 (0.24)
	Final	4.02 (0.45)*		6.58 (1.09)**		<0.001	5.60 (1.57)**
Julio 2010	Inicio	2.03 (0.49)	<0.001	2.92 (0.67)	<0.001	0.06	2.60 (0.74)
	Final	3.69 (0.76)		4.81 (1.17)*		0.13	4.38 (1.15)*
Promedio de los 3 meses ^a	Inicio	2.10 (0.71)	<0.001	3.35 (0.61)	<0.001	0.02	2.86 (0.88)
	Final	4.20 (0.66)*		5.67 (0.82)**		0.01	5.10 (1.04)**

DS: desviación estándar, %COHb: porcentaje de Carboxihemoglobina, CRV: centros de revisión vehicular, ^a Promedio de % COHb inicial y final considerando los tres puntos de monitoreo (Febrero, Abril y Julio 2013), ^b Valores P obtenidos a partir de Prueba T para datos pareados para comparar el %COHb al inicio de la jornada con el %COHb al final de la jornada, ^c Valores P obtenidos por modelos de regresión lineal para comparar los %COHb entre los CRVs ajustado por años de servicio, genero, uso de equipo de protección respiratoria y lugar de residencia, ^d Promedio de % COHb considerando los datos de los dos centros de revisión vehicular, ** % COHb significativamente mayor (P <0.001) que el valor límite biológico (3.5%) dado por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, valor P obtenido a partir de la prueba T de una cola, * %COHb significativamente mayor (P <0.05) que el valor límite biológico (3.5%) dado por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, valor P obtenido a partir de la prueba T de una cola.

Carboxihemoglobina fumadores

Resultados generales (promedio de las tres mediciones)

El promedio de las tres mediciones de %COHb al final de la jornada laboral superó el promedio al inicio de la jornada tanto en el CRV de Capulispamba (P<0.001) como en el CRV de Mayancela (P<0.001) tal como se muestra en la Tabla 3. El promedio de %COHb al inicio (P=0.02) y final (P=0.01) de jornada en Mayancela fue mayor al de Capulispamba. El %COHb al final de la jornada laboral supero estadísticamente el VLB en ambos CRVs (Capulispamba: 4.2%, P<0.05, Mayancela: 5.7% P<0.001, promedio de ambos CRV: 5.1% P<0.001) (Tabla 3).

Resultados por mes

Durante los meses de febrero y julio no existieron diferencias en el %COHb entre los trabajadores de Capulispamba y Mayancela ni al inicio ni al final de la jornada laboral (Valor P para todas las comparaciones >0.05). Sin embargo, en el mes de abril el %COHb fue mayor entre los trabajadores de Mayancela tanto al inicio (3.8% vs 1.95%, P=0.003),

como al final de la jornada laboral (6.6% vs 4.0%, $P < 0.001$), como se muestra en la Tabla 3. Al comparar los resultados con el VLB, se observa que, exceptuando el %COHb de febrero en Capulispamba, los %COHb al final de la jornada de todos los meses en ambos CRV superaron los límites recomendados (3.5%). De igual manera, al analizar en conjunto los datos de los dos CRVs, los promedios de %COHb al final de la jornada laboral superaron el VLB en todos los meses (Tabla 2).

4. Discusión

El presente estudio muestra que las concentraciones de %COHb aumentaron del inicio al final de la jornada laboral en los trabajadores de ambos CRVs. Adicionalmente, se reporta que los %COHb en sangre superaron el VLB de 3.5% al final de la jornada laboral, sobre todo en Mayancela. Finalmente, se evidenció que el grupo de fumadores superó fuertemente el VLB, y que el promedio de %COHb tanto al inicio como al final de la jornada de los trabajadores que tienen el hábito de fumar fue mucho mayor que los porcentajes reportados para el grupo de no fumadores

El aumento del %COHb del inicio al final de la jornada laboral es un hecho esperable, debido a la constante exposición al CO en el ambiente de trabajo [11, 12]. Este hallazgo ha sido reportado anteriormente entre trabajadores en entornos similares a los CRVs, por ejemplo, el %COHb aumentó del inicio al final de la jornada laboral entre los trabajadores en lavadoras de vehículos ubicadas en entornos cerrados [11] y entre operadores de gasolineras [22]. No hemos encontrado estudios entre inspectores de los motores de los vehículos que reporten mediciones de %COHb al inicio y al final de la jornada laboral. Sin embargo, encontramos un estudio realizado en un CRV en Quito que realizó mediciones únicamente al inicio de la jornada laboral; podemos apreciar que mientras las concentraciones de %COHb no superaron el VLB al inicio de la jornada laboral entre los trabajadores de Cuenca (2%), si lo hicieron entre los trabajadores de Quito (3.8%) [23]. Estas diferencias podrían deberse a la mayor contaminación por emisiones vehiculares de partículas que existe en la capital (Quito: $19\text{mg}/\text{m}^3$ vs Cuenca: $8\text{mg}/\text{m}^3$) [20, 23] o a variaciones en la dispersión del CO secundarias a las condiciones meteorológicas de cada ciudad [24] que pueden producir cambios en el tiempo de exposición al CO.

En términos generales los CRVs de Cuenca sobrepasan el VLB de 3.5% al final de la jornada en los no fumadores, sin embargo un análisis más detallado muestra que únicamente el CRV de Mayancela sobrepasa el VLB. La mayor exposición en el centro de Mayancela podría deberse a diferencias estructurales de los centros y a diferencias en el tipo de vehículos que se revisan. EL CRV de Mayancela está edificado sobre un terreno con pendiente ubicado en una zona poblada con tráfico vehicular considerable, mientras que el CRV de Capulispamba se encuentra en un terreno plano, despoblado, junto a un río [20]. Además, en Mayancela, se atienden vehículos livianos y pesados, mientras que en Capulispamba se revisan únicamente vehículos livianos. Es sabido que los vehículos pesados utilizan con mayor frecuencia el diésel como combustible incrementando la densidad del aire y enlenteciendo su dispersión por lo que el CO- aire ambiente podría permanecer más tiempo en la zona de trabajo [17, 25]. Esto sumado a las diferencias estructurales, podría explicar las mayores concentraciones del %COHb entre los trabajadores de Mayancela.

El riesgo de que estos trabajadores padezcan las afecciones crónicas secundarias a la exposición continua a CO varía en función del tiempo de exposición [2, 16, 17]. El

promedio de antigüedad de los trabajadores en la empresa fue inferior a los tres años y los trabajadores con mayor antigüedad ocupan cargos administrativos. Esta información sugiere que los trabajadores de la empresa tienen pocas probabilidades de incrementar considerablemente el riesgo de muerte relacionado con enfermedades cardiovasculares que aparece luego de 10 años consecutivos de exposición [18]. Sin embargo, el CO, no es el único componente tóxico de las emisiones vehiculares, estudios han encontrado una asociación consistente entre las concentraciones de partículas como carbón elemental y cáncer de pulmón, tal como sucede con el CO, el riesgo también aumenta con el tiempo de exposición [17]. Existe además evidencia de que el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón es mayor para emisiones de diésel que para emisiones de gasolina (aumento de riesgo de entre 15%-70%) [25]. Por lo tanto, es recomendable modificar los sistemas de ventilación e intensificar los controles para asegurar el uso de equipos de protección respiratoria de acuerdo a los normas de seguridad industrial entre los trabajadores con mayor énfasis en el CRV de Mayancela [20]. El hábito de fumar y enfermedades preexistentes pueden también estar asociadas con la aparición de complicaciones crónicas. Es sabido que los fumadores están expuestos a CO proveniente del cigarrillo [19] y presentan niveles más altos de hemoglobina que por lo tanto se une a mayores cantidades de CO en comparación con los no fumadores [26], es así, que en nuestro estudio, el CO del humo de cigarrillo es responsable de mayores niveles de COHb en el grupo de fumadores tanto al inicio y final de la jornada en comparación con los no fumadores. Esto conjuntamente con los efectos nocivos de otros compuestos del cigarrillo como la nicotina incrementa el riesgo de sufrir alteraciones en el sistema cardiorrespiratorio [27]. En este contexto y con el fin de disminuir el riesgo de mortalidad a causa de cáncer, enfermedades cardiovasculares y respiratorias [28] es importante aplicar programas que desincentiven el hábito de fumar en los trabajadores de los CRVs de Cuenca. Igualmente importante es la aplicación de protocolos específicos de seguridad industrial entre todos los trabajadores que incluyan la realización de exámenes clínicos (semestrales) con orientación cardiológica y neurológica, así como medidas y criterios para la vigilancia médica [20].

Estudios similares podrían realizarse en otros CRVs del país así como en otros puestos laborales altamente expuestos a los gases de combustión de diésel o gasolina, por ejemplo en algunos sectores industriales (minería, construcción, fábricas), en termoeléctrica, en talleres mecánicos (pequeños y grandes), gasolineras, terminales terrestres e incluso en vendedores ambulantes. Futuros estudios también debería analizar la exposición a otras sustancias de naturaleza genotóxica presentes en las emisiones de diésel y gasolina, como carbón elemental y nitroarenos [25]. Las principales fortalezas de este estudio son: primero, se consideró el universo de los trabajadores de los dos CRVs, segundo, se utilizó el biomarcador %COHb para evaluar objetivamente la exposición al CO al inicio y al final de la jornada laboral [17], y finalmente, la investigación se llevó a cabo bajo la aprobación de la empresa DANTON que en todo momento ha demostrado su interés en determinar el riesgo laboral de sus empleados para mejorar sus condiciones de trabajo. Esta apertura de la empresa DANTON permitió realizar una evaluación completa de exposición al CO en los trabajadores y facilitó que la empresa intensificara sus controles del uso de equipo de protección respiratoria (únicamente el 30% de los trabajadores reportaron el uso continuo del equipo de protección respiratoria) y mejorar sus sistemas de ventilación. La principal limitación de este estudio es que éste no permite establecer causalidad de los resultados, este solo se limita a evaluar asociaciones debido a la naturaleza descriptiva del mismo. Una segunda limitación es que debido a los costos económicos de los análisis de laboratorio, las muestras de sangre se aplicaron solamente

una vez al mes lo que impide evaluar variaciones del %COHb de acuerdo a los niveles de CO-aire ambiente. Finalmente, los resultados presentados no se pudieron ajustar por la presencia o no de factores de riesgo cardiovasculares, enfermedades respiratorias y características de la exposición al humo de cigarrillo (fumador activo, pasivo, años de exposición, etc.) debido a que no se realizó una recolección de la historia clínica de los participantes y no se midieron otros biomarcadores de importancia en emisiones vehiculares.

5. Conclusiones

El %COHb al final de la jornada laboral fue mayor que el %COHb al inicio del día de trabajo. Los trabajadores del CRV de Mayancela y aquellos que fuman en los dos CRVs Mayancela y Capulispamba presentan %COHb mayores al VLB. Es recomendable que se realicen nuevas evaluaciones de la exposición al CO en los CRVs de Cuenca debido a que la empresa DANTON ha intensificado sus controles para optimizar sus sistemas de ventilación y asegurar el uso de equipo de protección respiratoria. Se recalca que es un estudio exploratorio con fines académicos.

Agradecimiento

A la empresa DANTON por su predisposición no solo en el desempeño de esta investigación sino también por su interés en conocer los resultados y adoptar las recomendaciones sugeridas. A los trabajadores de la empresa por su participación.

Referencias

- [1] D. Rengaraj, W. Kwon y M. Pang, <<Effects of motor vehicle exhaust on male reproductive function and associated proteins>>, *Journal of proteome research*, vol. 14, pp. 22-37, Enero 2014.
- [2] L. Benbrahim-Tallaa, R. Baan, Y. Grosse, B. Lauby-Secretan, F. El Ghissassi, V. Bouvard, *et al.*, <<Carcinogenicity of diesel-engine and gasoline-engine exhausts and some nitroarenes>>, *The Lancet Oncology*, vol. 13, pp. 663-664, Junio 2012.
- [3] F. Laden, D. Loomis, G. Hamra, M. Brauer, O. Raaschou-Nielsen y A. Cohen, <<Lung cancer and exposure to nitrogen dioxide and traffic: a systematic review and meta-analysis>>, *Environmental Health Perspectives*, Apr 2015.
- [4] L. Prockop and R. Chichkova, <<Carbon monoxide intoxication: an updated review>>, *Journal of the neurological sciences*, vol. 262, pp. 122-130, Nov 2007.
- [5] J. Téllez, A. Rodríguez y Á. Fajardo, <<Contaminación por monóxido de carbono: un Problema de Salud Ambiental>>, *Revista de salud pública*, vol. 8, pp. 108-117, Apr 2006.
- [6] M. Peña, C. Arroyave, J. Aristizábal y U. Gómez, <<Toxicología clínica>>, *Arroyave CL Intoxicación por inhibidores de colinesterasa*, 1ª edición Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas, pp. 115-123, 2010.
- [7] C. Venditti, R. Casselman y G. Smith, <<Effects of chronic carbon monoxide exposure on fetal growth and development in mice>>, *BMC Pregnancy Childbirth*, vol. 11, p. 101, Diciembre 2011.
- [8] S. Omaye, <<Metabolic modulation of carbon monoxide toxicity>>, *Toxicology*, vol. 180, pp. 139-150, Nov 2002.
- [9] G. Olliu, S. Nogué y Ò. Miró, <<Intoxicación por monóxido de carbono: claves fisiopatológicas para un buen tratamiento>>, *Emergencias*, vol. 22, Mar 2010.
- [10] L. Kao y K. Nanagas, <<Toxicity associated with carbon monoxide>>, *Clinics in laboratory medicine*, vol. 26, pp. 99-125, Mar 2006.
- [11] H. Topacoglu, S. Katsakoglou y A. Ipekci, <<Effect of exhaust emissions on carbon monoxide levels in employees working at indoor car wash facilities>>, *Hippokratia*, vol. 18, p. 37, Jan 2014.
- [12] M. Lewné, N. Plato y P. Gustavsson, <<Exposure to particles, elemental carbon and nitrogen dioxide in workers exposed to motor exhaust>>, *Annals of occupational hygiene*, vol. 51, pp. 693-701, Nov 2007.

- [13] G. Kocasoy and H. Yalin, <<Determination of carboxyhemoglobin levels and health effects on officers working at the Istanbul Bosphorus Bridge>>, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, vol. 39, pp. 1129-1139, Dec 2004.
- [14] ACGIH. (2005, 26/09/2015). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Available: <http://www.acgih.org/>
- [15] Ministerio de Empleo y Seguridad Social e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), *Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2013*. España: INSHT, 2013.
- [16] A. Ilar, M. Lewné, N. Plato, J. Hallqvist, M. Alderling, C. Bigert, *et al.*, <<Myocardial infarction and occupational exposure to motor exhaust: a population-based case-control study in Sweden>>, *European journal of epidemiology*, vol. 29, pp. 517-525, Jul 2014.
- [17] IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2012). *Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes [online]*. Available: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol105/mono105.pdf>
- [18] F. Stern, R. Lemen y R. Curtis, <<Exposure of motor vehicle examiners to carbon monoxide: a historical prospective mortality study>>, *Archives of Environmental Health: An International Journal*, vol. 36, pp. 59-66, Mar-Apr 1981.
- [19] A. Buha, A. Vaseashta, Z. Bulat y V. Matović, <<Carboxyhemoglobin in Blood of Smokers and Non-smokers Determined by Gas Chromatography with Thermal Conductivity Detector>>, *Advanced Sensors for Safety and Security*, ed. Springer, pp. 163-171, 2013.
- [20] R. Rosas, <<Riesgo toxicológico del monóxido de carbono en el ambiente laboral de la Empresa Consorcio revisión vehicular Danton-Cuenca>>, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador, 2014.
- [21] J. Romero and J. Espinoza, <<Determinación sanguínea de monóxido de carbono en residentes del centro histórico de la ciudad de Cuenca y comparación con la concentración de CO en el aire ambiente>>, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador, 2011.
- [22] V. Durán Castro, <<Determinación de carboxihemoglobina al inicio y final de jornada laboral en trabajadores de estaciones de servicio-gasolineras de la zona sur-oeste de la ciudad de Cuenca>>, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador, 2015.
- [23] E. Muñoz, <<Gestión de riesgos presentes en el proceso de revisión técnica vehicular en el distrito metropolitano de Quito y determinación de acciones preventivas correctivas>>, Escuela Politécnica del Norte, Quito-Ecuador, 2011.
- [24] C. Villón Zambrano, S. Ullauri y P. Padilla, *Plan Nacional de Calidad del Aire*, 2010. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
- [25] L. Benbrahim-Tallaa, R. Baan, Y. Grosse, B. Lauby-Secretan, F. El Ghissassi, V. Bouvard, *et al.*, <<Carcinogenicity of diesel-engine and gasoline-engine exhausts and some nitroarenes>>, *Lancet Oncol*, vol. 13, pp. 663-4, Jul 2012.
- [26] A. Goel, D. Deepak y N. Gaur, <<Study of relationship of tobacco smoking with haemoglobin concentration in healthy adults>>, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences©(JPBMS)*, vol. 1, Dec 2010.
- [27] N. Layoun, N. Saleh, B. Barbour, S. Awada, S. Rachidi, A. Al-Hajje, *et al.*, <<Waterpipe effects on pulmonary function and cardiovascular indices: a comparison to cigarette smoking in real life situation>>, *Inhal Toxicol*, vol. 26, pp. 620-7, Aug 2014.
- [28] A. Alberg, D. Shopland y K. Cummings, <<The 2014 Surgeon General's report: commemorating the 50th Anniversary of the 1964 Report of the Advisory Committee to the US Surgeon General and updating the evidence on the health consequences of cigarette smoking>>, *Am J Epidemiol*, vol. 179, pp. 403-12, Feb 2014.

NORMAS PARA PUBLICAR EN LA REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA - ECUADOR

1. Podrán ser publicados todos los trabajos realizados por investigadores nacionales o extranjeros, para esto los trabajos deben cumplir con los criterios de calidad científica y las normas editoriales requeridas por la revista.
2. La revista de la Facultad de Ciencias Químicas (RFCQ) de la universidad de Cuenca, publica estudios relacionados con las Ciencias de la Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial, Bioquímica y Farmacia, Formación en Ingeniería y las relaciones con las Ciencias de la Vida y Producción.
3. Tipos de Trabajos:
 - 3.1. Artículo de investigación científica o desarrollo tecnológico inédito con un máximo de veinte (20) páginas. Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura global del artículo puede tener los siguientes partes: título, resumen, introducción, métodos y materiales, resultados, discusión, conclusiones y referencias.
 - 3.2. Artículo de revisión o estado del arte con un máximo de veinte y cinco (25) páginas. Documento resultado de una investigación documental donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Para poder presentar el trabajo uno de los autores debe demostrar ser un experto en el área, además el número de referencias deben ser representativas con un mínimo de 75% publicables en los últimos 5 años, el trabajo debe tener mínimo 60 referencias bibliográficas.
 - 3.3. Artículo de avance o actualización con un máximo de diez (10) páginas. Documento breve que presenta resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica, que por lo general requieren de una pronta difusión.
 - 3.4. Reporte de caso y/o nota técnica con un máximo de ocho (8) páginas. Documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos.
 - 3.5. Artículos invitados y comunicaciones al editor con un máximo de ocho (8) páginas.

Importante: Los artículos de: revisión, avance, actualización, reporte de caso y notas técnicas podrán tener la siguiente estructura: título, introducción, desarrollo, discusión, conclusiones y referencias.

4. La RFCQ publica trabajos originales e inéditos en español e inglés; o trabajos extendidos de congresos de relevancia científica y académica.
5. Todo artículo será sometido a un proceso de arbitraje; la evaluación del artículo se hará conforme a criterios de originalidad, pertinencia, actualidad, aportes, rigurosidad científica y cumplimiento de las normas editoriales establecidas.

6. Por tratarse de una publicación arbitrada por “doble ciego”, el Consejo Editorial aprueba su publicación en base al concepto de pares especializados externos a la Universidad de Cuenca. La recepción de un trabajo no implica compromiso de publicación.
7. Es indispensable presentar una carta dirigida al Consejo Editorial autorizando a la RFCQ la publicación de la investigación, dando fe de la originalidad y de ser autor de la misma. Además, debe consignar constancia o credencial de la adscripción a la Universidad o centro de investigación, tal como lo indica en el trabajo.
8. Como reconocimiento a su aporte, a cada autor se le remiten dos ejemplares de la edición en caso de estar dentro de Ecuador, para los autores que están fuera de Ecuador se les enviará su trabajo escaneado y se les emitirá una carta que su trabajo fue publicado en la RFCQ.
9. Para someter el trabajo a las RFCQ se debe remitir a: <revista.ccquimicas@ucuenca.edu.ec> o <silvana.donosom@ucuenca.edu.ec > como confirmación de la recepción se asignará un código al trabajo, mismo que servirá para el seguimiento y futuras comunicaciones.
10. El autor o autores del trabajo deben adjuntar una lista de cinco posibles revisores indicando el nombre y el correo electrónico de cada uno.
11. El tiempo de respuesta del comité editorial sobre el trabajo presentado es en promedio de 16 semanas.
12. El sitio de consulta de ediciones anteriores de la revista es:
<http://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/issue/archive>
13. El envío de cualquier original ha de ser perfectamente legible en Microsoft Word.
14. El orden a general a seguir para la redacción del trabajo es el siguiente: título, resumen (en español e inglés), introducción, métodos y materiales, parte experimental, resultados, discusión de resultados y conclusiones, agradecimiento y referencias bibliográficas.
15. En las RFCQ a partir de la revista número once se usará la guía de estilo o formato IEEE (norma del Institute of Electrical and Electronics Engineers).
16. Para la presentación de trabajos se deben seguir el formato y orden establecido en la plantilla para presentar los trabajos en la Revista de la Facultad de Ciencias Químicas.

Plantilla para presentar los trabajos en la Revista de la Facultad de Ciencias Químicas

Nombre 1 Apellido 1¹, Nombre 2 Apellido 2¹, Nombre 3 Apellido 3²

¹ Afiliación institucional

Universidad de Cuenca, correodelprofesor@ucuenca.edu.ec

² Afiliación institucional

Universidad dos, correodelprofesor@udos.edu.dos

Recibido: dd-mm-aa. Aceptado después de revisión: xx-xx-xxxx

Resumen: En este documento se detallan las instrucciones para que los autores presenten los trabajos en formato de artículo de revista científica. Se presenta el formato de publicación, tamaños y tipos de fuente, las indicaciones para presentar ecuaciones, figuras, tablas, citas, referencias y anexos. Los autores deben seguir las indicaciones para mantener el esquema de publicación.

La presente sección es para indicar en un resumen el contenido del trabajo haciendo énfasis en los objetivos, el alcance y los resultados, para que los lectores puedan determinar si el trabajo completo es de su interés. El resumen debe escribirse de tal forma que se entienda de lo que trata el documento completo y los aportes del trabajo. Debe contener de 150 a 200 palabras y no debe incluir ecuaciones, referencias o acrónimos poco usuales. Para el texto usar alineación justificada con fuente Times New Roman en tamaño 10.

Use este documento de instrucciones como plantilla en Microsoft Word. No borre la línea que se encuentra inmediatamente antes del resumen; esto define el salto de sección.

Palabras claves: Incluya aquí las palabras claves que tienen relación con el contenido o enfoque del trabajo. Las palabras claves serán mínimo tres y máximo seis, se citarán en orden alfabético, separadas por comas y en la palabra clave final un punto.

Abstract: El resumen en inglés, con el mismo formato del resumen en español.

Keywords: las palabras claves en inglés con el mismo formato de español.

1. Introducción

Este documento es una plantilla en Microsoft Word para la preparación de trabajos en formato de artículo. Incluye una descripción de las fuentes y espaciados.

Si es necesario puede consultar guía de estilo o formato IEEE (norma del Institute of Electrical and Electronics Engineers) para citar y referenciar la bibliografía.

Lea detenidamente las indicaciones y en caso de alguna duda puede escribir a la dirección de correo revista.ccquimicas@ucuenca.edu.ec

1.1 Indicaciones para preparar el trabajo

El trabajo deber tratar de respetar el número de páginas establecidas en las “Normas para publicar en la revista de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca - Ecuador”

Encabezado

- Título
- Autores y su afiliación institucional con referencia al final de la primera hoja
- Resumen en español
- Palabras clave en español

Cuerpo del trabajo

- Introducción
 - Fundamentación y justificación

- Definiciones
- Revisión de la literatura
- Formulación de objetivos y establecimiento de hipótesis
- Materiales, fuentes y métodos
 - Recopilación de datos
 - Tratamiento de las variables
 - Método para el análisis estadístico
- Resultados
- Discusión
- Conclusiones
- Agradecimientos
- Referencias bibliográficas
- Material adicional
- Elementos gráficos
- Tablas

2. Materiales y métodos

Las secciones de *introducción*, *materiales y métodos*, *resultados*, *discusión* y *conclusiones* son las secciones recomendadas pero puede estructurarse de otra manera según el tipo de trabajo.

En esta sección es importante que se tenga en cuenta las siguientes pautas.

- ¿Cómo se realizó la recopilación de datos? Esto incluye una descripción de la población de estudio, del método de selección de la muestra, de los procedimientos, de los equipos, de los reactivos, de los programas de computación y de todo el material utilizado en la recolección de datos de tal forma que se pueda replicar el estudio.

Tratamiento de las variables: describir las variables que serán utilizadas como los resultados. Las variables descritas deben estar en función de los objetivos del estudio.

¿*Qué tipo de método de análisis estadístico utilizo?* los métodos cuantitativos deberán ser seleccionados en función de los objetivos del estudio y del tipo de variables. Los análisis estadísticos deben ser descritos de forma clara, concisa y colocar las referencias bibliográficas en las que se basa. Se debe señalar el programa utilizado.

De aquí en adelante en la sección materiales y métodos de esta plantilla se explica cada una de las partes del manuscrito y como elaborarlo.

2.1 Configuración de la página

El contenido del trabajo debe ser redactado en un tamaño de página ISO A4 (210 x 297 mm). Los márgenes deben ser: superior e inferior de 25 mm, izquierdo y derecho 30 mm, el texto debe estar justificado totalmente.

2.2 Título principal

El título principal del trabajo de la primera página debe estar centrado y con fuente Times New Roman tamaño 18 y con formato de negrita, la primera letra del título en mayúscula igual las letras principales del título.

2.3 Nombre de autores y afiliaciones

Los nombres de los o el autor(a) deben estar centrados debajo del título y con fuente Times New Roman tamaño 10, como se indica en al inicio de este documento.

Se escribirá primero el nombre y luego el apellido. En el caso de que el artículo tenga más de un autor, los nombres estarán separados por comas de manera que en lo posible todos los nombres de los autores estén en una sola línea. En la línea de los autores no debe constar ningún título profesional como: Ing, MSc, Mgtr, PhD, Dr.

En la línea siguiente de autores se indicarán los datos de: Facultad, universidad y correo de contacto. Utilizar fuente Times New Roman 12.

2.3 Títulos de primer nivel

El primer nivel corresponde al del título de cada sección, debe estar alineado a la izquierda, con numeración arábiga y la primera letra del título con mayúscula y el resto minúsculas. Debe presentarse con fuente Times New Roman tamaño 12 y con formato de negrita. Use un punto "." después del número del título. Dejar un salto de línea entre el título y el texto.

2.4 Títulos de segundo nivel

Un título de segundo nivel corresponde al subtítulo y es como el que está leyendo. Estos títulos deben estar con Times New Roman en tamaño 12 y con formato cursiva. La primera letra debe estar en mayúscula, con alineación a la izquierda como en este párrafo. Dejar un salto de línea entre el título y el texto.

2.4.1 Títulos de tercer nivel

Un título de tercer nivel corresponde a un subtema de un título de un segundo nivel. Para estos títulos deben estar con Times New Roman en tamaño 12 y con formato cursiva. La primera letra debe estar en mayúscula, con alineación a la izquierda como en este párrafo. El texto abajo del título de tercer nivel debe estar inmediatamente después del encabezado sin saltos de línea entre el título y el texto.

2.5 Texto principal

Escriba el texto principal con la fuente Times New Roman tamaño 12, espaciado sencillo. No se debe adicionar ninguna línea en blanco entre los párrafos. El texto deberá estar totalmente justificado.

2.6 Figuras, tablas, ecuaciones, unidades, abreviaturas, otras consideraciones y recomendación antes de entregar.

1) *Figuras*: todas las figuras deben estar centradas en la página. En la Figura 1 se muestra un ejemplo del cómo se debe presentar las figuras en el artículo.

El título de la figura se coloca en la parte inferior de la misma y debe ser con fuente Times New Roman tamaño 10 y con formato de cursiva.

El título de la figura debe tener mayúscula en la primera palabra. Para identificar a la figura se escribe "Figura" y un número de secuencia Figura 1., Figura 2... después del número de secuencia de la figura terminar en punto "." Saltar dos espacios y seguir con el nombre de la figura centrado, si la descripción se extiende más de una línea el texto se debe mostrar de forma centrada y al final del nombre un punto ".".

La figura debe tratar de colocarse en la parte inferior o superior de cada página.

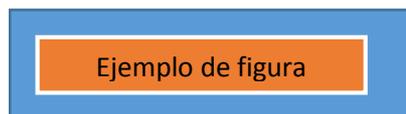


Figura 8. Ejemplo de figura.

Una figura grande puede colocarse en la parte superior o inferior de la página pero no debe sobrepasar los márgenes. Si la figura posee dos partes incluya los indicativos “(a)” y “(b)” en la parte inferior de cada gráfico como el ejemplo de la Figura 2. Debe verificar que las figuras que se encuentren en el trabajo se citen en el texto principal, de preferencia llamar en el texto primero a la figura luego indicarla.

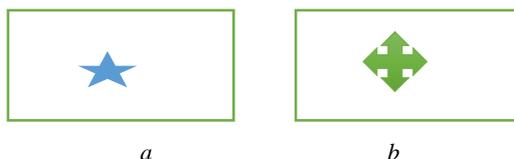


Figura 29. (a) Ejemplo primera figura; (b) segunda figura.

Las figuras o ilustraciones de preferencia se deben utilizar a blanco y negro con una resolución adecuada de manera que la figura se pueda apreciar con claridad en el documento. No utilice figuras de baja resolución porque empobrece la calidad del artículo, en caso de ser necesario para la interpretación puede ocupar figuras a color, las figuras no deben tener bordes externos.

Dejar un salto de línea en la parte inferior y superior entre el texto y la figura.

2) *Tablas*: coloque las tablas al inicio o al final de la hoja. El título de la tabla se coloca en la parte superior de la misma y debe ser con fuente Times New Roman, tamaño 10 y con formato de cursiva. El título de la tabla debe tener mayúscula solamente en la primera palabra. El título de la tabla se utiliza centrado en la página. Para identificar se escribe “Tabla” y un número de secuencia Tabla 1. , Tabla 2. ... después del número debe terminar en punto “.” y seguir dos espacios para colocar el nombre. En caso de necesitar realizar alguna explicación o aclaración en la tabla se puede utilizar superíndices y debajo de la tabla con notas de pie indicados los superíndices ordenados alfabéticamente con letras minúsculas la explicación, para esto utilizar Times New Roman, tamaño 10.

Tabla 1. *Tamaños de fuente y usos.*

Tamaño de letra	USO ^a
10	Datos del autor, título de texto de tablas, figuras y texto del resumen y referencias.
10	Resumen, palabras clave
12	Texto del artículo ^b
12	<i>Títulos de segundo y tercer orden</i>
12	Títulos de primer nivel
18	Título principal

^a Para aclaración uno, ^b Para aclaración dos

La tabla debe tratar de colocarse en la parte inferior de cada página. Una tabla grande puede colocarse en la parte superior o inferior de la página pero no debe sobrepasar los márgenes. Al momento de realizar la tabla seguir el modelo de bordes de la Tabla 1. Deje un salto de línea en la parte inferior y superior entre la tabla y el texto.

3) *Ecuaciones*: para generar las ecuaciones utilice el editor de ecuaciones de Microsoft Word u otro editor. Enumere las ecuaciones consecutivamente colocando la numeración entre paréntesis con los números de la ecuación en paréntesis contra el margen derecho. La ecuación debe estar alineada a la izquierda. Tratar de hacer las ecuaciones compactas, para esto utilizar las consideraciones matemáticas apropiadas. Use los paréntesis para evitar las ambigüedades en los denominadores. Para la multiplicación no emplear el símbolo “x” o “*”, se sugiere utilizar paréntesis “(a)(b)”, cuando se refiera a la ecuación en el texto hágalo indicando el texto ecuación y el número “ecuación (1)” y no a “(1),” o “Ec. (1)”.

Asegúrese de que los símbolos en las ecuación estén definidos antes de aparecer la ecuación o inmediatamente después. Ponga en cursiva los símbolos (T podría referirse a la temperatura, pero T es la unidad Tesla). Dejar un salto de línea en la parte inferior y superior entre el texto y ecuación, similar condición entre ecuaciones.

El tipo de letra para los símbolos y números que se sustituya en las ecuaciones es *Cambria Math tamaño 12 y formato cursiva*, es el formato que se obtiene con el editor de ecuaciones de Microsoft Word, el número en paréntesis que indica la enumeración de la ecuación es en Times New Roman tamaño 12.

Para facilitar la edición de la ecuaciones se recomienda generar una tabla y dentro de ella escribir la ecuación y la numeración, luego ocultar los bordes de la tabla.

$$A = \pi r^2 \quad \text{Ecuación (1)}$$

4) Donde r es el radio del círculo en mm y A el área en mm^2 .

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k} \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$(a_2x + b_2) = a_1 a_2 x^2 \quad \text{Ecuación (3)}$$

Otra opción cuando son varios símbolos es:

$$A = \frac{1}{2}bh \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:
 A = área de un triángulo en mm^2
 b = base del triángulo en mm
 h = altura del triángulo en mm

Unidades: las unidades recomendadas son las del Sistema Internacional de Unidades (SI). Las unidades del sistema inglés pueden emplearse como unidades secundarias pero indicando en paréntesis.

5) *Abreviaturas*: las abreviaturas y acrónimos que no sean comunes se deben definir la primera vez que aparecen en el texto, incluso si ya se han definido en el resumen. No utilizar abreviaturas en el título a menos que sea inevitable.

6) *Otras consideraciones*: Use un cero antes de los decimales: “0.25” no “.25” Use “ cm^3 ,” La abreviación para “segundos” es “s,” no “seg.”

No mezcle los nombres completos y abreviaciones de unidades. Al expresar un rango de valores, escriba "7 a 9" o "7-9," no "7~9." Para una mejor guía de las unidades, respetar la simbología ISO.

7) *Recomendación antes de entregar*: Es importante verificar la ortografía, sería adecuado que un(a) colega lea el trabajo para que le presente recomendaciones antes de entregarlo.

3. Resultados y/o Discusión

Estos dos apartados pueden aparecer juntos, según el tipo de trabajo puede no existir discusión. No se debe confundir esta discusión o análisis con la obtención de conclusiones. Al igual que cada parte del artículo los resultados y la discusión deben estar en línea con los objetivos planteados al inicio.

3.1 Resultados

Se basan exclusivamente en los datos recolectados y en los análisis estadísticos realizados. Deben ser presentados de forma objetiva, concisa y en secuencia lógica.

3.2 Discusión

En esta sección los resultados deben ser comparados con otros estudios similares y hacer énfasis en el nuevo conocimiento que aporta el estudio realizado y cuál es su importancia. A la par se debe interpretar los resultados y las implicaciones (relación entre el efecto y la causa, consecuencia) que tienen estos en el campo de estudio.

4. Conclusiones

Las conclusiones pueden repasar los puntos principales del trabajo, no reproduzca lo del resumen como conclusión. Una conclusión consta de dos partes primero escriba la principal interpretación de los resultados y a continuación extienda la importancia del trabajo. En otras palabras la extensión de la importancia se consigue cuando se lleva al lector a pensar en las aplicaciones futuras, en extensiones y nuevos estudios relacionados. Las conclusiones deben obtenerse a partir de algo más que de los simples datos registrados.

Efectivamente, unos datos o resultados pueden tener un sentido u otro y pueden llevar a unas conclusiones y otras. Dependiendo del marco conceptual que justifica la investigación, de la metodología empleada y/o de los objetivos propuestos se debe buscar apoyar las conclusiones

Agradecimientos

En esta sección va el agradecimiento de los autores a las personas o instituciones que apoyaron su trabajo con recursos económicos o con asesoría.

Referencias

El último apartado del trabajo debe contener las referencias que se citen en el documento y recibirá el título de "Referencias".

Las referencias deben estar numeradas en el orden que se cita la fuente al leer el documento. Una vez que se asigne un número a una fuente citada, el mismo número debe ser utilizado en todas las citaciones a dicha fuente que se hagan en el trabajo.

Cada cita debe estar entre corchetes [] Por ejemplo, ". . . el fin de la investigación [14]." No es necesario mencionar al autor(es) en la referencia, a menos que sea relevante en el texto mismo. No se debe mencionar la fecha de publicación en el cuerpo del documento. No es necesario decir, por ejemplo "en la referencia [25]. . ." Basta con decir "en [27] . . ." Para citar más de una fuente a la vez es preferible que cada una vaya con sus propios corchetes. Por ejemplo "Como indican diversos trabajos [1], [3], [5]..." en lugar de "Como indican diversos estudios [1, 5, 7]..." en caso de citas consecutivas se separa con un guion los índices de los extremos [7]-[9].

Se debe verificar con cuidado que todas las citas directas y/o indirectas (parafraseadas) colocadas en el texto aparezcan en la lista de referencias. Existen distintas normas y estilos para citar y de redactar las referencias bibliográficas.

En las RFCQ a partir de la revista número once se usará la guía de estilo o formato IEEE (norma del Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Ejemplos de referencias de libros

- [1] A. Alvarez y M. A. Polti, *Bioremediation in Latin America: Current Research and Perspectives*. Springer, 2014.
- [2] S. G. Garrido, *Calidad. Auditorías de gestión en las centrales de ciclo combinado: Operación y mantenimiento de centrales de ciclo combinado*. Ediciones Díaz de Santos, 2012.
- [3] M. D. Durruthy, L. E. G. Lez, L. E. G. Tamayo, R. M. R. perz, y L. Gonzalez, *Técnicas de producción limpia y aseguramiento de la calidad: Aplicación de método para producción limpia*. EAE, 2012.

Ejemplo de artículos de revistas

- [4] K. Li, H. Zhang, Y. He, T. Tang, D. Ying, Y. Wang, T. Sun, y J. Jia, «Novel wedge structured rotating disk photocatalytic reactor for post-treatment of actual textile wastewater», *Chem. Eng. J.*, vol. 268, pp. 10-20, may 2015.
- [5] S. M. Zamir, S. Babatabar, y S. A. Shojaosadati, «Styrene vapor biodegradation in single- and two-liquid phase biotrickling filters using *Ralstonia eutropha*», *Chem. Eng. J.*, vol. 268, pp. 21-27, may 2015.

Ejemplo de congresos

- [6] S. Khanam, N. Tandon, y J. K. Dutt, «Fault identification of rolling element bearings from vibration signals: an application of Kalman and H_{∞} Filters», en *10th International Conference on Vibrations in Rotating Machinery*, Elsevier, 2012, pp. 703-713.
- [7] R. Cipollone, G. Valenti, G. Bianchi, S. Murgia, G. Contaldi, y T. Calvi, «Energy saving in sliding vane rotary compressors», en *8th International Conference on Compressors and their Systems*, Elsevier, 2013, pp. 173-181.