

---

# CONFORMACION DE GRUPOS DE EXPOSICION SIMILAR -GES-

John Mulhausen y Joseph Damiano

Translated with permission of the American Industrial Hygiene Association AIHA 2008 ©, Chapter 4 - "A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures ©" 3rd edition

Álvaro Araque García y Guillermo Araque Muñoz.

---

Las campañas de monitoreo relacionadas con la caracterización de la exposición ocupacional a riesgos higiénicos en ambientes de trabajo se realizan empleando desde pocos, hasta quizá miles de trabajadores. Es conocido que la magnitud de estas exposiciones varía minuto a minuto, hora tras hora, y día a día, por tal motivo se convierte en el objetivo principal del higienista industrial caracterizar dichas exposiciones en todos los trabajadores, ante todo tipo de agentes sobre una base diaria y de forma permanente, siendo su reto hacerlo de la manera exacta y eficiente posible, teniendo en cuenta la variabilidad de dichas exposiciones a través del tiempo. Al final, la meta es que, sobre la base de las mediciones ambientales, todos los trabajadores puedan estar caracterizados con el fin de establecer estrategias preventivas apropiadas.

En la mayoría de las empresas, es difícil medir las exposiciones a cada trabajador, y aun así, si estas evaluaciones fueran posibles, las mediciones diarias rara vez son viables. Aun cuando estas restricciones pudieran superarse (por ejemplo, con el uso de equipos sofisticados para tener coberturas mayores de exposición como dosímetros para radiaciones ionizantes, dosímetros de ruido, monitores pasivos, entre otros), la

medición de la exposición diaria a cada trabajador rara vez es práctica, debido tanto a las limitaciones de los recursos disponibles en la mayoría de empresas así como al estado actual de la instrumentación en higiene industrial (1).

Una estrategia para enfrentar estos retos es mediante la organización de trabajadores que pueden compartir exposiciones similares dentro de un grupo (2). Bajo este concepto la caracterización cualitativa o cuantitativa de la exposición de uno o de algunos trabajadores de un grupo, se puede extender a todos los trabajadores y entenderse como "representativa" de las exposiciones de cualquier trabajador que pertenezca al grupo seleccionado. Esta estratificación de trabajadores dentro de "grupos de exposición similar" permite que los recursos sean asignados de manera eficiente, de tal modo, que puedan caracterizarse todas las exposiciones presentes en un sitio de trabajo en particular, con el mínimo de inversión en campañas de monitoreo pero con el máximo de representatividad.

Un Grupo de Exposición Similar (GES) se define como "Un conjunto de trabajadores que comparten un mismo perfil de exposición hacia un agente o conjunto de agentes". El concepto de GES apunta hacia la caracterización de agentes y tareas con el fin de organizar a trabajadores en grupos conformados sobre la base de un perfil de exposición similar. Los trabajadores se agrupan considerando la similitud y frecuencia de las tareas, los materiales y procesos con los cuales ellos trabajan, y la similitud de la forma en la que ellos desempeñan tareas. Los grupos se diseñan para ser dinámicos y flexibles, por tanto los trabajadores pueden asignarse a uno o más GES y pueden ser eliminados o redefinidos cuando existen cambios en los procesos, tareas o agentes higiénicos de interés.

Los grupos de exposición similar (GES) se conforman y definen sobre los objetivos específicos que la(s) estrategia(s) de evaluación de la exposición a riesgos higiénicos quiera(n) alcanzar. Dependiendo de la información que se necesite, los tipos de GES y las características de su conformación difieren entre sí, como por ejemplo si el objetivo es el desarrollo de campañas de evaluación destinadas a caracterizar los riesgos prioritarios para establecer una línea base de intervención para

el control del riesgo o si bien los estudios se encaminan a construir un historial higiénico de carácter epidemiológico. La organización de GES comienza generalmente describiendo las tareas o procesos específicos, precisando si comparten definiciones de cargo y funciones, y detallando a que tipo de agentes higiénicos puede estar el grupo expuesto. Partiendo de esta clasificación general se pueden conformar subgrupos en donde la valoración subjetiva sobre la magnitud del riesgo puede describirlo con más detalle.

Un ejemplo de lo citado puede ser el siguiente; una empresa tiene un proceso químico determinado en el que participan las denominaciones de cargo Operarios y Auxiliares. El proceso químico se realiza en un espacio totalmente cerrado, con un único potencial de exposición a sustancias químicas cuando operarios o ayudantes toman muestras; ambos toman la misma cantidad de muestras bajo las mismas condiciones durante la jornada de trabajo y adicionalmente existe un potencial de exposición a ruido cuyas fuentes están localizadas en el primer piso del proceso.

Los operarios permanecen la mayoría de la jornada en un cuarto de control, mientras que los auxiliares se encuentran la mayor parte del tiempo en el primer piso del proceso, por consiguiente, el potencial de exposición de ayudantes a ruido es más alta.

En este orden de ideas aun cuando operarios y auxiliares comparten el mismo perfil de exposición al riesgo químico, las diferencias de exposición a ruido obliga a conformar dos subgrupos, con un grupo principal a riesgo químico dividido en dos SUB-GES derivado del potencial de exposición a ruido.

La metodología propuesta para la conformación de GES involucra en una primera aproximación el desarrollo del método observacional (valoración subjetiva/cualitativa) y posteriormente la aplicación de métodos de muestreo (caracterización cuantitativa).

En el método observacional tradicional, los trabajadores se organizan en GES sobre la base de evaluaciones de las

actividades que ellos desempeñan y a juicios de valor sobre la potencial similitud de la magnitud y el tipo esperado de exposiciones y riesgos respectivamente. Entre tanto, el método de muestreo o caracterización cuantitativa propone la medición de las exposiciones de trabajadores permitiendo, mediante procesos de análisis estadístico de los resultados conformar adecuadamente los GES (3). En la mayoría de los casos se utiliza una combinación de estos dos métodos ya que actuando sobre un fundamento de carácter cuantitativo, los juicios de valor de tipo cualitativo permiten una mejor comprensión, definición y validación.

Ambos métodos tienen ventajas y desventajas, por tanto su aplicación integral tiene un lugar relevante dentro de la propuesta de evaluación estratégica. En este sentido se extiende una invitación a organizar los GES siguiendo los siguientes pasos básicos:

1. Utilice el método observacional como el método primario para definir los GES.
2. Evalúe cualitativamente las exposiciones y utilice los antecedentes de campañas de monitoreo anteriores o métodos simplificados de valoración de riesgo para organizar y jerarquizar los GES.
3. Identifique los GES críticos considerados como aquellos que pueden tener o bien un potencial de riesgo mayor para la salud o aquellos en los cuales no se cuenta con información suficiente para poder asignársele un perfil de exposición.
4. Acuda a estrategias de medición Universo/Muestra apoyándose en herramientas estadísticas para verificar las valoraciones subjetivas y refinar los GES críticos.

#### **CONFORMACIÓN DE LOS GRUPOS DE EXPOSICIÓN SIMILAR POR MEDIO DE LA OBSERVACIÓN (VALORACIÓN CUALITATIVA DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL DE GES)**

La conformación de grupos de exposición similar GES por medio de observación se realiza en una primera aproximación mediante la organización de los datos correspondientes a los procesos de

caracterización básica del lugar de trabajo (descripción del proceso productivo) y sobre el análisis de la fuerza laboral y de los agentes higiénicos. El higienista industrial revisa esta información y acude a su experiencia para organizar a los trabajadores en grupos que pueden potencialmente tener exposiciones similares. Los GES establecidos por medio de la observación son descritos generalmente por el agente higiénico y por los siguientes determinantes: proceso, trabajo, y tarea.

Debido a que la caracterización por tareas, procesos, y trabajos específicos requieren juicios de valor considerables, la probabilidad de que los higienistas difieran en la conformación de un grupo de exposición similar particular es normal. En este sentido la experiencia acude a recomendar que la empresa establezca procedimientos para comparar los GES entre higienistas industriales o confrontar su organización frente a los establecidos en otras empresas con similares procesos productivos, entendiendo que este proceso podría disminuir la subjetividad generada por las percepciones individuales de cada higienista.

En el entendido de que el método observacional ayuda al higienista a hacer valoraciones iniciales sobre las exposiciones para conformar los GES, el alcance inicial permite priorizar niveles de acción bien sea en términos de evaluación objetiva o de control de la exposición. En este sentido la realidad sentida sobre los recursos limitados para el desarrollo de campañas de monitoreo masivo sumado a la necesidad de establecer de forma practica actividades y medidas de control y monitoreo, prácticamente obligan al higienista industrial a aplicar el método observacional para conformar GES en su mejor alternativa en búsqueda de un mayor impacto de cara a la caracterización integral de los riesgos higiénicos.

Un segundo insumo dentro del proceso de conformación de GES es el inventario de agentes de riesgo. Este inventario debe incluir un análisis comprensivo de todos los agentes químicos (relacionados con producción y/o mantenimiento, productos intermedios, o subproductos), de los agentes físicos más relevantes, y de los agentes biológicos de interés. Finalmente,

todo agente higiénico identificado en la caracterización básica debe ser vinculado a uno o más GES.

Existen varias estrategias recomendadas para determinar los grupos de exposición mediante observación (4). Es preciso en este sentido resaltar que indistintamente todas las estrategias apuntan a destacar la importancia de una caracterización básica exhaustiva del lugar de trabajo acudiendo tanto a la revisión de los registros o del historial higiénico, como a describir ampliamente las circunstancias en términos de tiempo y lugar (análisis de tareas) con el fin de estructurar de forma coordinada y lógica los GES en escenarios que realmente se aproximen a exposiciones similares en un ambiente de trabajo. Las estrategias sugeridas para el establecimiento o conformación de los GES son:

#### CLASIFICACIÓN POR AGENTES Y TAREAS

La estrategia sugiere empezar con la identificación de un proceso productivo y analizar entonces los trabajos y/o tareas que le involucran. Un método recomendado para tener documentada las tareas específicas que se requieren con ocasión del desarrollo de una labor determinada dentro de la empresa puede encontrarse fácilmente en fichas de procedimientos, instrucciones de trabajo, manuales de proceso o similares, estas listas que se estructuran a partir de tareas, se despliegan sobre la base de sistemas estandarizados y generalmente permiten documentar exposiciones potenciales. Esta estrategia permite en alguna forma atenuar lo que bajo otras circunstancias podría convertirse en un volumen de información inmanejable. Sin embargo, a veces resulta poco práctico en los procesos de configuración de algunos GES, ya que algunas tareas pueden sesgar ampliamente la clasificación cuando un detalle adicional ajeno al proceso documentado puede contribuir de forma significativa la exposición crítica del agente en observación (4).

Es entendido que una tarea es un elemento o conjunto de elementos que ordenados y configurados entre si permiten el desarrollo de un objetivo de tipo productivo. La soldadura, por ejemplo, es un proceso común en muchas áreas de trabajo industriales. El proceso de soldadura esta constituido por una

serie de tareas entre las cuales se destacan la limpieza del metal antes de soldar, la unión de las piezas de metales por medio de fundentes, y el lijado del metal o de la soldadura para remover los excesos. Cada una de estas tareas tiene perfiles de exposición diferentes para agentes potencialmente distintos (p ej. Humos Metálicos y Radiaciones UV en la tarea de soldadura, Aerosoles Sólidos y Ruido en la tarea de lijado, Solventes Orgánicos en la tarea de limpieza etc.)

Sumado a esta premisa es necesario también evaluar el tipo de exposiciones inherentemente relacionadas a una tarea, es decir es preciso resaltar que una tarea específica puede ser un conjunto de exposiciones que pueden confrontarse a valores de corta duración (STEL), techo (Ceiling) o promedios ponderados en el tiempo de 8 horas (TWA), como puede que las exposiciones ocurran o no diariamente, en este sentido la consideración de analizar la circunstancia sobre la base de tareas específicas y el tipo de exposición potencial a una agente o conjunto de agentes toma especial interés y validez desde el concepto metodológico.

Así entonces el proceso de caracterización básica incluye registrar la información descriptiva relevante sobre las tareas más importantes incluyendo su frecuencia (por ej. días de exposición/año) y adicionalmente el número de exposiciones variables que pueden ocurrir en un día. Esta información es útil para construir y jerarquizar los grupos de exposición.

#### CLASIFICACIÓN POR PROCESOS, TAREAS Y AGENTES

En el método observacional, los procesos y operaciones de trabajo principales se identifican y describen en una primera aproximación. Los procesos son considerados para efectos de este análisis un conjunto de tareas que desempeñan simultáneamente trabajadores para desarrollar un producto o cualquier resultado final o intermedio. En este orden de ideas, los trabajadores se involucran en el proceso pueden tener su exposición potencial como resultado de una exposición combinada de una serie de agentes de riesgo higiénicos presentes en las tareas que conforman el proceso. Así pues si los trabajadores dentro de un proceso desempeñan todas las

mismas tareas y todas las tareas producen similares perfiles de exposición, entonces la configuración de GES se vuelve práctica teniendo en cuenta que de igual forma definir GES basados en procesos puede ahorrar tiempo y recursos importantes.

Con frecuencia, los sitios de trabajo están administrativamente organizados dentro de departamentos. Las visitas de inspección y reconocimiento de un higienista industrial amplían la comprensión sobre la calificación de cada departamento como representativo de un proceso único (p ej. Perforación y Voladura en Minería), si es así, los departamentos pueden ser considerados equivalentes al elemento del proceso en la definición del GES, y en algunos casos, si un departamento pudiera contener dos o más procesos mayores requerirían una revisión adicional y un refinamiento posible del GES (p ej. Procesos de Perforación en Minería y Procesos de Voladura en Minería).

En algunas operaciones industriales, todos los trabajadores que laboran en un "proceso" pueden ser organizados en un GES. Un ejemplo de esta equivalencia es un equipo de trabajo que esta orientado a un proceso específico donde cada miembro del equipo desempeña cada tarea con aproximadamente la misma frecuencia, si los trabajadores asociados al proceso están similarmente expuestos a los agentes higiénicos de interés, entonces cada combinación de agente y proceso se constituye en una potencial configuración de GES.

Desafortunadamente, la clasificación de los trabajadores a nivel de "proceso" que representa un GES no considera la división del trabajo y las exposiciones potenciales entre trabajadores que trabajan en cada proceso.

#### CLASIFICACIÓN POR TAREAS, PROCESOS, DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE TRABAJO (CARGOS), Y AGENTES.

El higienista industrial tiene la responsabilidad de revisar el esquema de clasificación de trabajo a partir del análisis de la forma en que se encuentra organizado el recurso humano de la empresa. Aunque el esquema de clasificación del tipo de trabajo realizado con frecuencia es una herramienta útil para identificar

GES, cuando los trabajos y los agentes asociados a las tareas difieren ampliamente entre las denominaciones de cargo y las funciones específicas, la clasificación del GES pierde validez, por lo tanto la similitud o las diferencias de los trabajos presentes en cada proceso asociadas a cada cargo deben considerarse cuidadosamente en el momento de formar los grupos.

En la mayoría de las empresas, los trabajadores son organizados por denominaciones de cargo para propósitos exclusivos de nómina, por ello generalmente estas clases de trabajo pueden no representar una circunstancia de exposición específica en medio de los procesos de identificación y control.

Por estas razones las empresas tienden a escoger y establecer los GES mediante una combinación entre la descripción de las denominaciones de cargos, y el análisis de procesos, tareas, y agentes, debido a que la clasificación por cargos suma al análisis integral incluyendo una consideración adicional a las potenciales circunstancias de exposición específicas de trabajadores partiendo de la premisa que se puede eventualmente contar con un historial higiénico organizado relevante o que de forma general pueden tener similitudes ante los agentes principales de riesgo higiénico y que sobre esta descripción se puede afinar la configuración aplicando los procesos de análisis de procesos, tareas y agentes.

Este método puede proveer información relevante y necesaria para los procesos de administración de las exposiciones ocupacionales, procesos que ayudan a construir historiales higiénico-ocupacionales para tomar decisiones eficientes sobre el impacto de las medidas de control en fuente, medio e individuo, básicamente debido al nivel de detalle de la aplicación de la metodología. Es recomendable que esta información sea construida y administrada en bases de datos o sistemas de información ya que se trata de un método complejo de aplicación.

### CLASIFICACIÓN POR EQUIPOS DE TRABAJO

Algunos sitios de trabajo están organizados alrededor de equipos de trabajo, más que en denominaciones de cargo (p.ej. Operador de Maquina 1-Pulidora). En este tipo de escenario el higienista industrial tiene que ser exhaustivo al momento de identificar como esta dividido el trabajo a la hora de aplicar su juicio en la construcción del GES.

Los equipos de trabajo están generalmente asignados a procesos de producción o a trabajos de mantenimiento y apoyo. En estos casos habitualmente el equipo de trabajo esta asociado a un proceso productivo definido y por ende a los elementos, tarea y agente necesarios para establecer el grupo de exposición. Por ende si dos o más equipos comparten un área determinada de trabajo, entonces se estaría hablando de un solo proceso en donde dos GES cuentan con circunstancias de exposición específicas debido al tipo de trabajo realizado en cada maquina.

Los equipos de trabajo se comportan como verdaderos equipos debido a que comparten responsabilidades y deberes flexibles. Es preciso resaltar de nuevo la importancia de la valoración higiénica de un especialista para definir afinadamente cada grupo. Alguno de los siguientes criterios pueden ser aplicados si la metodología de conformación del GES por equipos de trabajo es aplicada:

- Puede ser un GES si los trabajadores están asignados permanentemente en posiciones fijas.
- Si los trabajadores rotan entre distintas posiciones pero trabajan a lo largo de la jornada en un espacio definido, el equipo de trabajo y el cargo son elementos para definir el GES.
- Si los trabajadores rotan entre cargos y adicionalmente hay rotación de posiciones a lo largo de la jornada, el equipo y la tarea son elementos para definir el GES (con especial interés en las actividades que pueden dar lugar a exposiciones de corta duración).

## CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO NO REPETITIVO

El cambio continuo es una característica indisoluble en muchos procesos productivos, actividades como la fabricación de piezas de ebanistería o metálicas en un taller, o procesos de síntesis química o marchas analíticas, hasta actividades de la investigación y desarrollo, difícilmente pueden allegar información práctica para poder estructurar un GES ya que los grupos de exposición podrían existir un día bajo unas circunstancias de exposición específicas y súbitamente cambiar el día siguiente.

Cuando el cambio continuo es un factor predominante, el higienista tiene que reconsiderar los objetivos de caracterización de la exposición a riesgos higiénicos. Si el objetivo es exclusivamente evaluar la conformidad de una concentración o nivel específico frente a un valor de referencia, el enfoque debe dirigirse a identificar posibles escenarios del peor caso (WORST CASE-circunstancia de exposición crítica a un agente en particular) y posteriormente evaluar y controlar las exposiciones de acuerdo a los resultados de la evaluación. Ahora si los objetivos de evaluación de la exposición incluyen el desarrollo de una base de datos histórica, quizá para propósitos médicos o epidemiológicos futuros, entonces la evaluación es mucho más compleja desde esta perspectiva.

Un método que puede considerarse bajo el último concepto tratado es designar el producto o proyecto específico como un proceso o tarea determinada, estrategia que conduciría desafortunadamente a un número bastante representativo de caracterizaciones individuales objetivas. En cualquier caso, el higienista industrial tiene que atender de nuevo a su juicio profesional para evaluar los objetivos reales sobre el alcance de las necesidades evaluativas.

## TRABAJO NO RUTINARIOS

Para las operaciones no rutinarias, la evaluación de las potenciales exposiciones mediante el análisis tarea-trabajo-proceso con frecuencia es la forma más fácil de establecer grupos de exposición similar. Un método observacional probado es basarse en la información suministrada por los directivos de la empresa, y considerar una operación de no rutina como un proyecto que puede ser dividido en varias etapas y que a su vez estas etapas contienen series de tareas más especializadas y que estas son divididas adicionalmente dentro de sub-tareas.

Existen ventajas y desventajas para la caracterización subjetiva de la exposición a partir del concepto de "proyecto", una ventaja es que la metodología relaciona y describe de forma exhaustiva el medio ambiente laboral y es fácilmente interpretado por los gerentes y directores del proyecto ya que es el lenguaje y la estructura con el cual se identifican y están familiarizados, adicionalmente las exposiciones del trabajador asociadas con un proyecto en particular pueden llegar a ser parte del perfil de exposición histórico o global del trabajador que consta finalmente de varios perfiles de exposición de múltiples proyectos.

Las desventajas son básicamente, que llegar a este nivel de precisión requiere tiempo y dedicación no solo por parte del higienista sino de las partes interesadas (trabajador, Directivos, Gerentes etc) debido a que el higienista no puede describir adecuadamente todos los elementos y tareas relacionadas con el trabajo a ese nivel de detalle, por tanto los tiempos dedicados a estos procesos exhaustivos no compensan generalmente frente a los tiempos de duración del proyecto (habitualmente finaliza el proyecto antes de completar la categorización subjetiva).

## EJEMPLO

Un ejemplo que puede ilustrar la aplicación de la estrategia subjetiva utilizando los métodos observacionales descritos para la conformación de Grupos de exposición Similar puede ser a la luz de las operaciones de una empresa del sector metalmeccánico. La empresa fabrica láminas de metal recubierta de resinas especiales. El producto es fabricado y comercializado en rollos, los cuales son transportados a otras áreas para el procesamiento adicional con la resina. Bajo el escenario y como

característica general el tipo de trabajo realizado por los operarios caracteriza las denominaciones de cargo específicas (es decir los cargos se asocian al tipo de proceso y tarea) por lo tanto se establece como base para la configuración de los GES dichos elementos.

Una segunda aproximación es definir potenciales grupos según la clase de trabajo realizado, delimitando el perfil de exposición específico, por ejemplo los trabajadores en el turno de día podrían tener exposiciones diferentes a aquellos que hacen el mismo trabajo en el turno de la tarde o de la noche. En este sentido el higienista ha observado todos los turnos de trabajo y ha entrevistado a trabajadores de cada turno para recopilar información relevante, adicionalmente el higienista ha indagado si las exposiciones para la misma denominación de cargo son únicas o si el perfil de determinados riesgos higiénicos lo comparte con otras denominaciones. Las denominaciones de cargo, en este caso se encuentran organizadas por grados de remuneración reflejado por la antigüedad en el cargo, por lo tanto como conclusión primaria al tener esencialmente perfiles de exposición equivalentes, se puede decir que existe un potencial de conformación de GES únicos.

Indiscutiblemente, si un esquema de clasificación del tipo de trabajo realizado por operarios no está disponible por parte de la empresa, el higienista deberá reforzar su criterio de conformación con base en la información recolectada sobre las tareas, los procesos y los agentes higiénicos. Es común encontrar hoy en día denominaciones de cargo genéricas, es decir en algunas empresas todos los empleados de un departamento quizás puedan ser identificados como "técnicos", en este sentido el higienista deberá ver más allá de la estructura organizacional y concentrarse en la división del trabajo en áreas específicas. Sin embargo normalmente, y principalmente en trabajos de producción y mantenimiento se encuentran organizados claramente permitiendo que los GES puedan establecerse a partir de la división de trabajo.

Sobre la base de las anteriores consideraciones y teniendo como referente la categorización de Grupos de exposición Similar

mediante la clasificación de Procesos Tareas y Agentes a continuación se desarrolla el ejemplo propuesto:

Esta estrategia es efectiva para el establecimiento de GES cuando los procesos están fuertemente ligados a la manufactura de un producto o la prestación de un servicio (por ej. mantenimiento), y cuando las tareas tienen correlación sobre el área de operación, la fuerza de trabajo, y los agentes higiénicos. La estrategia inicia con la identificación de los procesos principales de producción en un área específica. En este orden de ideas la planta está organizada en cinco departamentos:

- Moldeado
- Enrollado
- Recubrimiento y embobinado
- Embalaje y Envío
- Mantenimiento

Una visita de inspección higiénica a la planta revela que los departamentos están ligados a los procesos principales. Más aun, en cada departamento existe la posibilidad de identificar a trabajadores según sus perfiles de exposición.

Hemos considerado para efectos prácticos el departamento de recubrimiento de la planta de producción. De nuevo, el recubrimiento es considerado un proceso único y por tanto constituye el elemento para la configuración del GES base. Existen tres líneas idénticas de recubrimiento en el departamento. En cada línea se produce el mismo producto y las tasas de producción son similares.

Cada línea de recubrimiento usa un sistema de resina individual a través de la aplicación directa en el rollo de metal; no hay sistemas de aplicación por aspersión. El recubrimiento contiene 2-butoxi-etanol. La operación es ruidosa y las mediciones estacionarias mediante técnicas sonométricas encontraron valores entre 82-85 decibeles (dB).

Aunque el proceso de recubrimiento es único, hay ciertas diferencias entre las exposiciones de los trabajadores durante la

operación. Existen tres denominaciones de cargos: "Operario de Alimentación", "Operario de Descarga", y el "Ayudante". Un Operario de Alimentación y Un Operario de Descarga trabajan por línea de producción, y el Ayudante es compartido por los departamentos de Recubrimiento y Moldeado. En el área hay un trabajador por cargo y por turno y la empresa tiene establecido tres turnos de rotación cada ocho horas.

El Operario de alimentación es el responsable de cargar la línea de recubrimiento; una grúa de montaje es utilizada para este propósito y el equipo de recubrimiento requiere recargas frecuentes. Este requerimiento limita el movimiento del Operario de Alimentación hasta el final del alimentador de la línea de recubrimiento. Adicional a mantener el suministro del metal, el Operario de Alimentación es el encargado de llenar la reserva del revestido periódicamente durante el turno de trabajo.

El Operario de Descarga es el responsable de retirar el producto revestido y transportarlo al departamento de embalaje y Envío. El Operario de Descarga también realiza actividades de control de calidad consistente en determinar el porcentaje de peso del revestidor, para ello una pieza pequeña de cada rollo revestido es recortada, pesada y luego puesta en un desengrasador pequeño que contiene Metil Isobutil Cetona (MIBK), después que se remueve el revestimiento, la pieza es pesada de nuevo para determinar su peso sin la capa de revestimiento. Esta tarea con una duración de 15 minutos es realizada ocho veces por turno.

Aunque es asignado al departamento de Recubrimiento, el Ayudante es responsable de identificar problemas en los equipos, solucionar dichos problemas o canalizarlos a un Mecánico o Electricista del departamento de Mantenimiento. Por ejemplo, es común que el Ayudante aplique el lubricante "Packing Grease 609" (Grasa de Empaque 609) a las juntas de los rodamientos de los equipos.

En el departamento las tres denominaciones de cargo desarrollan en conjunto una tarea breve de limpieza al final de cada turno, tardando aproximadamente 15 minutos. Para ello es

utilizado el solvente "Gensol" el cual es una mezcla que contiene 90% de MIBK y 10% de ciclohexanona.

Al Ayudante también le son asignados deberes en el Departamento de Moldeado. El ayudante asiste al Operario de Moldeo en una tarea de depurado del metal, aproximadamente durante un periodo de dos horas en cada turno. La tarea de depurado del metal se conoce como "fundido". El Ayudante carga bolsas de 65-kilogramos de hexacloroetano granular dentro de un dispositivo neumático que distribuye el químico por debajo de la superficie del metal fundido. La tarea es físicamente exigente y hay exposición al calor irradiado del horno. Los niveles de ruido se encuentran por debajo de los 80 decibeles. Sin embargo, hay potencial de exposición aerotransportada a hexacloroetano y a los sub-productos generados en la reacción con el metal fundido. La caracterización básica del higienista reveló que el cloruro de hidrógeno, el hexaclorobenceno, y el octocloroestireno se producen cuando el hexacloroetano reacciona con el metal fundido.

En la tabla 1.1 se indican los GES identificados para la operación de Revestimiento. El esquema se basa en que gran parte en la estructura del GES se soporta en el tipo de trabajo por proceso y la denominación de cargo, sin embargo es preciso resaltar que en la mayoría de las empresas la estructura de denominaciones de cargo no es tan exhaustiva, es decir, es poco usual encontrar en la industria trabajadores clasificados por líneas de producción específicas, por el contrario es común identificarlos por codificaciones de cargos genéricas. Adicionalmente sobre un ejercicio minucioso del higienista el mismo podría revelar diferencias significativas de la exposición en las tres líneas de producción, por ejemplo, si la línea 3 fuera adyacente al departamento de Rodamientos, los niveles de ruido alrededor de la línea 3 podrían ser significativamente más altos que en las líneas 1 o 2. Si ese fuera el caso, el Operario de Alimentación de Embobinado y el Operario de Descarga para la línea 3 deben ser separados del GES originalmente planteado y conformar uno nuevo, en este sentido la diferenciación puede hacerse a nivel de proceso o tarea para el GES redefinido.

Los GES planteados en la tabla 1.1 se definen sobre un ejemplo hipotético simplificado. En la práctica todos los agentes higiénicos identificados en la caracterización básica deben estar vinculados al grupo de exposición similar.

Un rasgo predominante en la tabla 1.1 es la exposición de los tres GES al MIBK y Ciclohexanona durante la limpieza. Esencialmente, en este proceso hay trabajadores de los tres cargos desempeñando la misma tarea. El higienista podría escoger o bien consolidar los seis GES dentro de dos GES, cada uno por disolvente. Posiblemente desde un principio al aplicar la estrategia de identificación con base al agente y la tarea podría identificar la diferencia de los GES. Otra forma de organizarlos podría ser mantener los seis GES, con el fin de crear y mantener el historial higiénico de cada trabajador perteneciente al GES.

Tabla 1.1: Grupos de Exposición similar: Descripciones Específicas de Trabajo

Proceso	Cargo	Tarea	Agente higiénico
Revestimiento	Operario de Alimentación	General	Ruido
Revestimiento	Operario de Alimentación	General	Butoxyethanol-2
Revestimiento	Operario de Alimentación	Limpieza	MIBK
Revestimiento	Operario de Alimentación	Limpieza	Cyclohexanona
Revestimiento	Operario de Descarga	General	Ruido
Revestimiento	Operario de Descarga	General	Butoxyethanol-2
Revestimiento	Operario de Descarga	QC	MIBK
Revestimiento	Operario de Descarga	Limpieza	MIBK
Revestimiento	Operario de Descarga	Limpieza	Cyclohexanona
Revestimiento	Ayudante	General	Ruido
Revestimiento	Ayudante	Lubricación	Grasa 609
Revestimiento	Ayudante	Limpieza	MIBK
Revestimiento	Ayudante	Limpieza	Cyclohexanona
Revestimiento	Ayudante	Limpieza	Hexacloroetano
Moldeado	Ayudante	Fundido	Cloruro de Hidrógeno
Moldeado	Ayudante	Fundido	Hexaclorobenzeno
Moldeado	Ayudante	Fundido	Octocloroestireno
Moldeado	Ayudante	Fundido	Calor

Como se comentó anteriormente, se pueden encontrar en algunos ambientes industriales tanto denominaciones de cargo como Operario de Revestimiento hasta títulos que pueden hacer alusión a la antigüedad en el puesto de trabajo (p ej. Revestidor I, Revestidor II). Por esto se recalca de nuevo la importancia de que el higienista analice más allá de la estructura organizacional

y establezca grupos de exposición estudiando las prácticas de trabajo y la similitud de las exposiciones.

En nuestro ejemplo, las tareas de limpieza fueron consideradas significativas debido a la volatilidad y a la toxicidad de la ciclohexanona y del MIBK, utilizadas en la solución. Quizás en otras instalaciones al utilizar un disolvente menos tóxico y menos volátil, las tareas no serían objeto de agrupamiento, pudiéndose establecer al nivel de mezcla química (por ejemplo al agente Gensol).

La redefinición de cargos y responsabilidades es común en todas las empresas. Bajo el ejemplo descrito, podríamos considerar que la empresa ha decidido reestructurar la clasificación cargos en el Departamento de Revestimiento y los dos operarios (Operario de Revestimiento y Operario de Despacho) se fusionan dentro de una clasificación única titulada "Operario de Revestimiento". Los operarios ahora desarrollan todas las actividades correspondientes a los dos cargos, pero no hay cambio en las responsabilidades del Ayudante, a la luz de esta consideración ¿Cual es la actualización apropiada para la definición de los perfiles de exposición?, pues bien la reclasificación depende de cuales son las responsabilidades actuales de los trabajadores, es decir si en la práctica nada ha cambiado (excepto sobre el papel) entonces los GES de la tabla 1.1 son validos, por otro lado, si existe un verdadero cambio en las responsabilidades del trabajador, este tiene que verse reflejado en el GES.

Si bajo el supuesto de que los trabajadores desarrollan las mismas actividades o si las funciones se fusionan, los cargos pueden ser designados por la consideración de tareas específicas, sobre esta deferencia los GES redefinidos en este escenario se pueden observar en la tabla 1.2.

Tabla 1.2- Grupos de Exposición similar: Proceso, Cargo, Tarea y Agente

Proceso	Cargo	Tarea	Agente
Revestimiento	Operario de Revestimiento	Alimentación del Embobinado	Ruido
Revestimiento	Operario de Revestimiento	Alimentación del Embobinado	Butoxyetanol-2
Revestimiento	Operario de Revestimiento	Descarga	Ruido
Revestimiento	Operario de Revestimiento	Descarga	Butoxyetanol-2
Revestimiento	Operario de Revestimiento	QC	MIBK
Revestimiento	Operario de Revestimiento	Limpieza	MIBK
Revestimiento	Operario de Revestimiento	Limpieza	Cyclohexanona

Sin embargo si hay una rotación de las funciones a lo largo de la jornada de trabajo entonces los GES quedarían definidos bajo el escenario presentado en la tabla 1.3. entre tanto la designación de los grupos de exposición basados en tareas permanecería válida únicamente para evaluar el cumplimiento del estándar higiénico de corta duración STEL.

Con el fin de crear un historial de exposición lo mas exacto posible, será necesario identificar y registrar la frecuencia de la tarea (por ej. los días por año), las fechas de "inicio" y "finalización" de cada GES (por ej. el intervalo de exposición similar), y la fecha en la que cada trabajador se unió y salió del GES.

Tabla 1.3-Grupos de Exposición Similar: Rotación del Agente medioambiental de la Tarea del Trabajo del Proceso de Trabajos

Proceso	Trabajo	Tarea	Agente medioambiental
Revestimiento	Operario de Revestimiento	General	Ruido
Revestimiento	Operario de Revestimiento	General	Butoxyethanol-2
Revestimiento	Operario de Revestimiento	General	MIBK
Revestimiento	Operario de Revestimiento	General	Cyclohexanona
Revestimiento	Operario de Revestimiento	General	MIBK

**CONFORMACIÓN DE GRUPOS DE EXPOSICION SIMILAR POR MEDIO DE MUESTREO (CATEGORIZACIÓN OBJETIVA DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL DE GES)**

En la aplicación del método de muestreo para conformar grupos de exposición similar, la evaluación objetiva de la exposición precede la configuración de los GES (5-8). Los resultados de las valoraciones ambientales son usados para clasificar a trabajadores dentro de GES, bajo la premisa y condición de la necesidad de abordar un plan masivo de monitoreo. En este sentido los trabajadores pueden ser agrupados dada la homogeneidad que puede representar un grupo con relación a los niveles de confianza utilizando técnicas estadísticas como el análisis de la varianza.

Los criterios necesarios para estructurar Grupos de exposición Similar mediante valoraciones objetivas se concentran en definir claramente los objetivos de la estrategia muestral y la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y económicos suficientes para su consecución. Si la media de exposición de los trabajadores de un GES supera el 50% del TLV, se considera que puede existir un riesgo potencial para la salud de los trabajadores. Por otro lado, si la media de exposición del grupo

se encuentra por debajo del 10% del TLV (por ej. concentraciones de acetona en aire de 7 ppm confrontada a un TLV de 750 ppm), es altamente probable que no se produzca un detrimento de la salud de los trabajadores que lo conforman.

Sin embargo es preciso resaltar que la configuración del GES esta diseñada para optimizar los recursos destinados a la evaluación, y bajo la metodología de caracterización objetiva podría llegar a ser tan refinada que en algún momento un trabajador puede potencial de llegar al punto de considerar un GES.

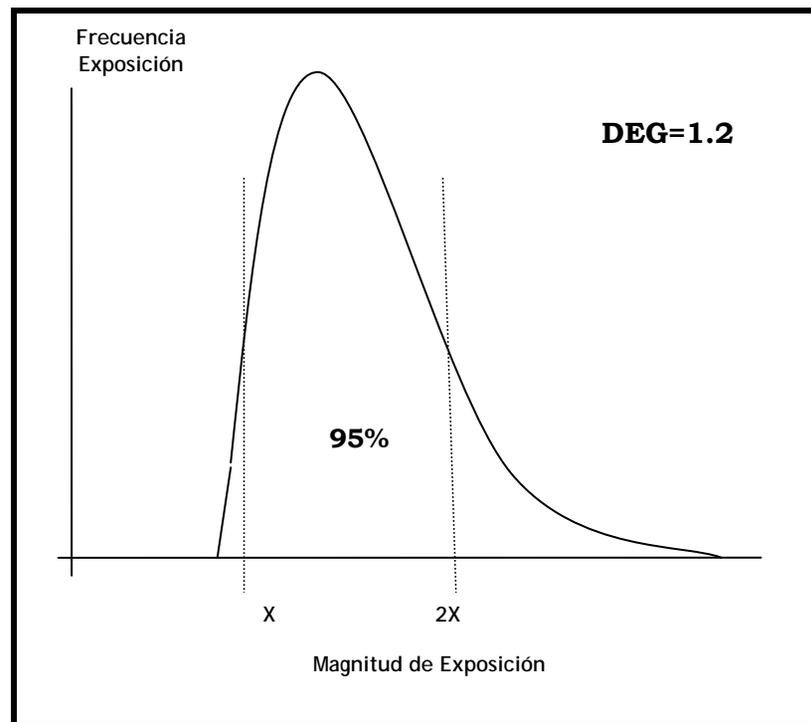


Figura 1 - Media aritmética de las exposiciones de un GES: factor de dispersión para el 95% de los trabajadores de un grupo.

El método por medio de muestreo para formar GES tiene la indudable ventaja de la objetividad; sin embargo, se requiere un

número importante de mediciones aleatorias bajo distintos escenarios con el fin de definir la variabilidad de los resultados inter exposiciones e inter trabajadores. Bajo la práctica actual, los resultados fruto de las campañas de monitoreo disponibles al momento de analizar la confirmación de los grupos raramente son suficientes; sin embargo, los avances en los dispositivos de monitoreo personales y económicos (por ej. monitores pasivos para vapores orgánicos o los tubos de difusión) están empezando a hacer más fácil recolectar las suficientes mediciones.

El establecimiento de los grupos de exposición similar por medio del muestreo tiende a ser más exacta que la clasificación por medio de observación, más aun cuando las prácticas de trabajo tienen un efecto importante sobre la variabilidad de las exposiciones en el tiempo.

#### CONFORMACIÓN DE LOS GRUPOS DE EXPOSICIÓN SIMILAR COMBINANDO LOS MÉTODOS OBSERVACIONALES Y LOS MUESTRALES

#### VALORACIÓN CUALITATIVA Y CATEGORIZACIÓN OBJETIVA DE GES

Un programa de evaluación de la exposición ocupacional a riesgos higiénicos para administrar de forma efectiva los Grupos de exposición Similar de forma práctica y con niveles de confianza que permita tener representatividad de los riesgos higiénicos, combinará tanto los métodos observacionales como los de muestreo. La variabilidad de las exposiciones de trabajadores de un GES tiene dos fuentes de información principales: las condiciones de proceso o del ambiente laboral y las prácticas específicas de trabajo. En este sentido el método observacional resulta de especial interés cuando la variabilidad de las exposiciones surge desde el proceso mismo; y es de menor relevancia cuando se desarrolla por las prácticas de trabajo individual. Estos dos componentes de variabilidad tienen que ser evaluados a través de la observación del sitio de trabajo, y de la investigación cuidadosa y del seguimiento a los datos desarrollados en los procesos de caracterización básica.

Indudablemente el método observacional es una metodología práctica para identificar los GES permitiendo al higienista industrial continuar con los procesos de valoración objetiva desde una puesta eficiente y económica de recursos destinados al monitoreo

La determinación de los GES por medio de la observación requiere a diferencia de las campañas de monitoreo masivo, pocas muestras para establecer con niveles de confianza adecuados la exposición o no a un agente higiénico, adicionalmente brinda la oportunidad de establecer una medida de control técnico antes de desarrollar cualquier proceso de monitoreo -algo que no es posible aplicando el método de muestreo estrictamente-, y más aún, los determinantes utilizados en el método observacional (el agente higiénico-tarea-cargo y el proceso) enfocan el tipo de control técnico a implementar para lograr un mayor impacto.

Es entendido que en el método observacional, es común encontrar errores derivados de la similitud de algunas exposiciones, que pueden conducir a clasificaciones erróneas de las exposiciones, este factor esta determinado por una variedad de factores, incluyendo la exhaustividad de la recolección de la información, el entrenamiento y experiencia del higienista industrial, y el grado al cual de forma subjetiva se ha valorado la exposición al agente por parte del grupo, sin embargo estas limitaciones se pueden corregir mediante el desarrollo de procesos de categorización cuantitativa y aplicando las herramientas estadísticas del caso.

Los riesgos asociados con la clasificación errónea variarán de un GES a otro. Es importante para el higienista reconocer aquellos GES para los cuales las clasificaciones erradas presentan un riesgo significativo (p ej. riesgos higiénicos prioritarios). Las técnicas comúnmente aceptadas y recomendadas atienden a procesar estadísticamente los datos de los procesos de monitoreo y mediante juicios estadísticos verificar la homogeneidad de agrupamiento y/o refinar las clasificaciones de exposición de los trabajadores en donde sea necesario, por ejemplo los GES que tienen desviaciones estándar geométricas más grandes deben ser objeto de un análisis mas detallado

observando las mas significativas desviaciones frente a la media de exposición. Los GES, posterior al análisis, pueden ser divididos en varios GES y deberá ser reevaluado estadísticamente para reducir la variabilidad de la exposición por medio de la actualización de la información suministrada por nuevos procesos de caracterización básica y la información de las prácticas de trabajo.

Una vez conformados los GES, estos requieren ser evaluados para identificar aquellos en donde potencial de exposición hacia el agente presenta un riesgo significativo. Los GES que tienen un potencial de riesgo mayor requerirán de atención inmediata, y a estos se les llamara GES críticos. Los GES críticos requerirán de seguimiento complementario, tal como mayor representatividad en el muestreo o controles administrativos o técnicos para reducir la exposición. Todos los GES deben ser priorizados (u ordenados en rangos) basados en su riesgo potencial.

### RESUMEN

Los grupos de exposición similar son necesarios para optimizar los recursos destinados a caracterizar las exposiciones de trabajadores a lo largo de su vida laboral. Usualmente estos GES se conforman sobre la base descriptiva del "agente higiénicos" junto al análisis de "procesos" y de determinantes como la "clasificación del trabajo", y el tipo de "tarea".

Adicionalmente todo proceso de evaluación objetiva tendrá como filtro inicial la necesidad de emprender dicha valoración sobre la consideración del grupo al que esta exposición va a representar, por tal motivo los recursos económicos y técnicos destinados a las caracterizaciones ambientales se optimizan garantizando altos niveles de representatividad y confianza sobre pequeñas muestras.

### REFERENCIAS

1. Damiano, J. A Guideline for Managing the Industrial Hygiene Sampling Function. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 50(7):336-371 (1989).
2. Corn, M. and N. Esmen: Workplace Exposure Zones for Classification of Employee Exposures to Physical and Chemical Agents. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 40(1):47-54 (1979).
3. Rappaport, S.M.: Assessment of Long Term Exposures to Toxic Substances in Air. Am. Occup. Hyg. 35(1):61-121 (1991).
4. Damiano, J.: Quantitative Exposure Assessment Strategies and Data in the Aluminum Company of America. Appl. Occup. Environ. Hyg. 10(4):289-298 (1995).
5. Rappaport, S.M., R.H. Lyles, y L.L. Kupper: An Exposure Assessment Strategy accounting for Within-and Between Workers Sources of Variability. Ann. Occup. Hyg. 39:469-495 (1995).
6. Kromhout, H., E. Symansky, y S.M. Rappaport: A comprehensive Evaluation of within-and Between Workers Compound of Occupational Exposures to Chemical Agents. Ann. Occup. Hyg. 37:253-270 (1993).
7. Heederik, D., y F. Hurley: Workshop Summary- Occupational Exposure Assessment: Investigating Why Exposures Measurements Vary. Appl. Occup. Environ. Hyg. 9(1):71-73 (1994).
8. Lyles, R.H., L.L. Kupper, y S.M. Rappaport: A Lognorm Distribution Based exposure Assessment Methods for Unbalanced Data. Ann. Occup. Hyg. 41(1):63-76 (1997).