

SEMINARIO REGIONAL DE

# SILICOSIS



ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

1970

# SEMINARIO REGIONAL DE SILICOSIS

Conclusiones y recomendaciones  
Resúmenes de los trabajos



Publicación Científica No. 200

**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD**  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
**ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**  
525 Twenty-Third Street, N.W.  
Washington, D. C. 20037, E.U.A.

**1970**



## SUMARIO DE MATERIAS

	<i>Página</i>
INTRODUCCIÓN .....	v
Parte I: Conclusiones y recomendaciones .....	1
Parte II: Resúmenes de los trabajos sobre silicosis en los países participantes en el Seminario (Bolivia, Chile y Perú) .....	9
 <b>Tema I</b>	
Características de la exposición al polvo .....	11
Aspectos ambientales .....	11
Generalidades .....	11
Evaluación .....	14
Resultados de las mediciones efectuadas .....	17
 <b>Tema II</b>	
Resultados de las medidas de control adoptadas .....	21
Aspectos ambientales .....	21
Mejoras en el control ambiental .....	21
Protección personal .....	22
Factores técnicos y económicos que deben ser considerados en el control ...	23
Conclusiones .....	26
 <b>Tema III</b>	
Diagnóstico de la silicosis .....	27
Aspectos médicos .....	27
Historia ocupacional .....	27
Examen clínico .....	28
Otros elementos de diagnóstico .....	29
 <b>Tema IV</b>	
Evaluación de la capacidad cardiopul- monar en silicosis .....	32
Aspectos médicos .....	32
Características fisiológicas cardiopulmonares del hombre andino .....	32
Pruebas de función pulmonar realizadas y su interpretación .....	35
Estimación de la capacidad física .....	40
Determinación del equivalente de O <sub>2</sub> y del índice de utilización de O <sub>2</sub> ....	41

## **Tema IV (cont.)**

	<i>Página</i>
Pruebas cardiovasculares en silicosis .....	41
Relación de los resultados de las pruebas con los hallazgos radiológicos ...	42
Interpretación de los resultados de las pruebas de silicosis en relación a diferentes altitudes .....	43
Glosario .....	44

## **Tema V**

Evaluación de incapacidad por silicosis .....	46
Aspectos médicos .....	46
Criterios de incapacidad física y de ganancia .....	46
Métodos para determinar la incapacidad .....	47
Relaciones de los criterios de incapacidad con los regímenes de previsión .....	48
Repercusiones sociales y económicas por la aplicación de estos métodos y criterios .....	50
Criterio de incapacidad en silicotuberculosis .....	51

## **Tema VI**

Epidemiología de la silicosis .....	53
Aspectos médicos .....	53
Introducción .....	53
Material y método .....	54
Frecuencia de la silicosis .....	55
Resultado del análisis estadístico expresado según prevalencias y tablas de vida .....	63
Comentario general .....	65

## **Anexos**

1. Comité Organizador .....	67
2. Lista de participantes .....	68
3. Mesas Directivas .....	69

## Introducción

---

Del 24 al 29 de julio de 1967 se celebró en La Paz, Bolivia, el Seminario Regional de Silicosis. La Organización Panamericana de la Salud, consciente de que la salud ocupacional es uno de los problemas más importantes de Latinoamérica, que afecta principalmente a los países de la zona andina (Bolivia, Chile y Perú), patrocinó este Seminario.

Con este objeto la OPS designó un Comité Organizador compuesto de expertos en la materia.\* En la reunión del Comité, que tuvo lugar en Santiago, Chile, del 22 al 24 de junio de 1966, se estimó que el Seminario debería estudiar los problemas básicos ambientales y médicos de la silicosis, para su análisis y recomendaciones futuras. Para este efecto propusieron los siguientes temas:

Tema I: Características de la exposición al polvo

Tema II: Resultados de las medidas de control adoptadas

Tema III: Diagnóstico de la silicosis

Tema IV: Evaluación de la capacidad cardiopulmonar en silicosis

Tema V: Evaluación de incapacidad por silicosis

Tema VI: Epidemiología de la silicosis

El Seminario, teniendo esto en cuenta, llevó a cabo su labor en grupos a fin de estudiar los temas básicos seleccionados, elaborados con arreglo a una metodología normalizada y encaminados a cumplir los objetivos siguientes:

1) Estudio y determinación de la magnitud del problema de la silicosis en Bolivia, Chile y Perú, en sus aspectos ambientales, medicolegales y económicos.

2) Normalización de la metodología para la evaluación, comparación y medición de la silicosis tanto en el ambiente como en el hombre, y de las medidas necesarias para su prevención.

3) Adopción de una política de acción con miras a una coordinación internacional en los aspectos técnicos y de seguridad social.

La organización del Seminario estuvo a cargo de un Comité Local presidido por el Dr. Alberto Gumiel, y el desarrollo del mismo se efectuó de acuerdo con el reglamento propuesto por el Comité Organizador.

Durante la sesión inaugural del Seminario, el Presidente del Comité Organizador hizo entrega del reglamento al Presidente del Comité Local y a continuación hicieron uso de la palabra el Ministro de Salud Pública de

---

\* Véase Anexo 1, pág. 67.

Bolivia, el Jefe de la Zona IV de la OPS/OMS y el Director de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) de los Estados Unidos de América en Bolivia, quienes resaltaron la importancia de esta reunión para la salud del trabajador latinoamericano.

Los participantes de cada país enviaron el original de su trabajo al Ing. John J. Bloomfield, Secretario General del Seminario, una copia al relator del tema y otra al Dr. Alberto Gumiel, quien se encargó de reproducir cada trabajo y enviarlo a los participantes antes de la inauguración.

La Parte I de esta publicación incluye las conclusiones y recomendaciones hechas por el Seminario, teniendo en cuenta la magnitud y la importancia de la silicosis en los países participantes; en la Parte II se reproducen los resúmenes de la información presentada sobre los seis temas.

## **Parte I**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### TEMA I: CARACTERISTICAS DE LA EXPOSICION AL POLVO

#### El Seminario, considerando:

Que los tres países no utilizan los mismos límites permisibles;

Que se desconoce la forma en que estos límites deberían ser adaptados a las condiciones ambientales que afectan a los trabajadores que desempeñan sus labores a alturas de 1,000 metros o más sobre el nivel del mar;

Que las condiciones ambientales a que están sometidos a menudo son muy variables, tanto espacial como temporalmente; y

Que aunque la salud de los trabajadores constituye un todo indivisible, en algunos países hay más de un organismo encargado de la evaluación y del control de las condiciones ambientales que afectan a los trabajadores expuestos a riesgos ocupacionales,

#### Recomienda:

1. Que se adopte como límite permisible de polvo en el ambiente la cifra que resulte de aplicar cualquiera de las fórmulas siguientes:

$$\frac{9 \times 10^6}{\% \text{ de sílice libre} + 5} \text{ (partículas por litro) o } \frac{9 \times 10^9}{\% \text{ de sílice libre} + 5} \text{ (partículas por m}^3\text{)}$$

Estas fórmulas están convertidas al sistema métrico; sin embargo, se estima que,

de preferencia, debería emplearse la siguiente fórmula utilizada en otros países:

$$\frac{250}{\% \text{ de sílice libre} + 5} \text{ (millones de partículas por pie}^3\text{)}.$$

2. Que se inicie a la mayor brevedad un proyecto de investigación conjunta entre los organismos de salud ocupacional de los tres países representados, destinado a encontrar límites permisibles más adecuados y válidos, considerando la influencia que tiene la altura en los trabajadores.

3. Que todos los países adopten normas sobre la recolección de muestras tendientes a obtener las que sean representativas, y a ponderarlas para que reflejen el riesgo real a que están expuestos los trabajadores. Debería darse preferencia a la utilización de instrumentos o sistemas de tipo continuo para obtener muestras correspondientes a ciclos completos de trabajo y, en lo posible, a toda la jornada.

Estas normas deberían incluir la frecuencia del muestreo, que debería depender de la variabilidad de los resultados obtenidos.

4. Que las muestras obtenidas con objeto de analizar su contenido de sílice libre correspondan de preferencia a polvo recogido en la zona donde se desenvuelven los trabajadores. Estas se pueden completar con muestras de las rocas y materias primas originales.

Los análisis de polvo sedimentado son poco recomendables y sólo se deben utilizar como complemento y tomando las precauciones necesarias a fin de eliminar las partículas cuyo tamaño carece de importancia para la salud.

5. Que, reconociendo las ventajas, especialmente cualitativas, de los métodos para el análisis de sílice libre basados en la difracción por rayos X, que no obstante requieren equipo de alto costo, se continúen

utilizando los métodos químicos y petrográficos, y que se comparen los resultados periódicamente, dentro de las posibilidades y necesidades, con los que se obtengan en muestras paralelas mediante difracción por rayos X.

6. Que en cada país exista una sola institución encargada de la evaluación y control de la salud ocupacional, la que debe depender de los respectivos organismos de salud pública.

## TEMA II: RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE CONTROL ADOPTADAS

### **El Seminario, considerando:**

a) La necesidad de evaluar la marcha de los programas de prevención y control de las enfermedades ocupacionales en general, y de la silicosis en particular, y que los informes presentados demuestran que no existen datos suficientes;

b) La conveniencia de uniformar los criterios para el cálculo estimativo de los costos totales de las enfermedades ocupacionales en general, y de la silicosis en particular;

c) Que una gran mayoría de las personas no especializadas en salud ocupacional, incluyendo empresarios, trabajadores y legisladores, consideran que para proteger al personal expuesto a riesgos silicógenos debe proporcionárseles respiradores contra el polvo y exigirles su uso, medida que ha sido reconocida unánimemente como inadecuada por los técnicos especializados;

d) Que, en general, tanto las legislaciones vigentes como los sistemas de seguridad social tienden a compensar los daños producidos, prestándole menor atención a los aspectos preventivos, y que la enfermedad ocupacional es una seria responsabilidad de las empresas; y

e) Que para la prevención de las enfermedades ocupacionales la educación de los

diversos grupos laborales tiene importancia fundamental,

### **Recomienda:**

1. Solicitar de la Organización Panamericana de la Salud que promueva un estudio conjunto entre los tres países, destinado a establecer normas y sistemas de recolección, presentación y análisis de datos estadísticos que revelen en forma clara y comparable la magnitud y características de los problemas y los progresos alcanzados en su prevención y control.

2. Solicitar de la Organización Panamericana de la Salud que promueva un estudio conjunto entre los tres países, con miras al establecimiento de sistemas uniformes para el cálculo estimativo de los costos totales de las enfermedades ocupacionales en general, y de la silicosis en particular.

3. Difundir en forma clara y terminante entre las organizaciones empresariales y laborales, instituciones gubernamentales y legislativas, y el público en general, el concepto, unánime entre los técnicos especializados, de que los respiradores contra el polvo y otros riesgos ocupacionales constituyen solamente un medio de protección supletorio y de segundo orden, que nada más

pueden ser utilizados por períodos breves y en casos de emergencia, sin que de ningún modo puedan reemplazar a los métodos de control que eliminen las sustancias tóxicas del ambiente laboral, o las reduzcan a niveles por debajo de los límites permisibles.

4. Solicitar que todos los países establezcan estímulos económicos para los empresarios que los induzcan a implantar sistemas de control del ambiente y destinados a prevenir las enfermedades ocupacionales. Entre estos estímulos deberían incluirse las rebajas de las primas de seguro de estas enfermedades, basadas en disminuciones de su prevalencia y en mejorías de las condiciones ambientales. Al mismo tiempo, las compensaciones, cuando sean pagadas por los empleadores, deberían ser

lo suficientemente elevadas para que representen sanciones efectivas.

Los países que no cuenten con seguros estatales y obligatorios contra las enfermedades ocupacionales deberían estudiar la conveniencia de su adopción a la brevedad posible.

5. Intensificar la divulgación de los principios de salud ocupacional entre empresarios, trabajadores y legisladores, destacando la responsabilidad de las empresas y las obligaciones de los trabajadores.

6. Intensificar en todos los países la aplicación de medidas de prevención de la silicosis, dadas las graves repercusiones socioeconómicas que esta representa en los tres países participantes.

### TEMA III: DIAGNOSTICO DE LA SILICOSIS

#### **El Seminario, considerando:**

Que la historia ocupacional constituye uno de los elementos fundamentales para el diagnóstico de la silicosis;

La conveniencia de disponer de una clasificación radiográfica de la silicosis que tenga validez internacional, que incluya los aspectos precoces de la enfermedad y que sea lo suficientemente sencilla para permitir su divulgación a todos los sectores, interesados o no;

La importancia que tienen otros elementos para el diagnóstico de la silicosis, además de la historia ocupacional y el examen radiológico;

La imprescindible necesidad de utilizar en el examen radiológico elementos técnicos de la mejor calidad;

Las dificultades que se presentan en el diagnóstico diferencial de la silicosis y la silicotuberculosis y el hecho de que, frecuentemente, no es posible identificar el bacilo de Koch en casos de esta última en

que se tiene casi la certeza de que efectivamente existe; y

Que la práctica de la salud ocupacional constituye una especialidad bien definida que sólo puede ser ejercida por profesionales debidamente capacitados y que difícilmente pueden ejercer además su profesión libre, lo cual suele restar interés económico en esta especialidad,

#### **Recomienda:**

1. Solicitar a la Organización Panamericana de la Salud que promueva una investigación conjunta entre los países, destinada a:

a) Preparar un formulario para recopilar las historias ocupacionales, con instrucciones adecuadas que indiquen el tipo y nivel del personal que deba tomarlas. De preferencia, este formulario debería ser de tipo general en lo que respecta a diversas enfermedades, con suficiente espacio libre para poder anotar otros datos no especificados.

b) Preparar un glosario de términos mineros e industriales utilizados en los tres países, que describa los diferentes tipos de labor que se llevan a cabo en empresas con riesgo silicógeno y que defina la nomenclatura de los diversos lugares de trabajo.

c) Preparar un proyecto de Registro de Trabajadores mineros e industriales expuestos al riesgo silicógeno, que permita anotar información constante y fidedigna acerca de las diversas labores desempeñadas por estos a lo largo de su vida de trabajo. En este proyecto se debería considerar la conveniencia de proporcionar a los trabajadores una libreta de trabajo en la que consten estos datos.

d) Preparar una Clasificación Radiológica de la Silicosis, que sea aceptada por los tres países y que más adelante pueda ser extendida a otras zonas.

2. Que en el diagnóstico de la silicosis se dé la debida importancia, además de la historia ocupacional, al examen radiológico y un examen clínico integral, a los siguientes elementos:

a) Conocimiento de las características del agente causal, evaluadas por entidades gubernamentales o empresariales, y

b) Exámenes de laboratorio que permitan el diagnóstico diferencial.

3. Que en el diagnóstico radiológico de la silicosis se utilicen placas radiográficas de 35 x 35 cm, reservando el uso de la foto-fluorografía (abreugrafía) para el examen de grandes grupos, destinado a la selección de los trabajadores expuestos al riesgo silicógeno. La técnica radiológica, el revelado de las placas y la competencia de quienes las interpretan deben cumplir con las recomendaciones del Comité de Expertos de la

Organización Internacional del Trabajo, reunido en Ginebra en 1958.

4. Que los servicios de salud ocupacional de los tres países realicen o continúen realizando, según el caso, biopsias pulmonares y de grasa y ganglios preescalénicos, con fines de investigación y con objeto de poder reunir suficiente experiencia que permita, en el futuro, evaluar la correlación de este método con la radiografía y otros elementos de diagnóstico. Sin embargo, en casos controvertibles, este método se considerará de utilidad para el diagnóstico diferencial.

5. Que aun concordando en que para el diagnóstico de la silicotuberculosis es fundamental el hallazgo del bacilo de Koch, en los casos de silicosis, dada la dificultad de su comprobación y sin perjuicio de agotar los procedimientos de laboratorio destinados a detectar su presencia, se diagnostique como silicotuberculosis los casos de silicosis en que los signos, síntomas, resultados de examen clínico y datos de laboratorio sean compatibles con la tuberculosis.

6. Que con fines medicolegales y de investigación se haga obligatoria la necropsia y el respectivo examen histopatológico de todos los trabajadores que fallezcan por cualquier causa pero que tengan antecedentes laborales en ambientes con polvo de sílice.

7. Que los profesionales que trabajen en entidades gubernamentales o privadas sean contratados a tiempo completo y con remuneraciones adecuadas que los estimulen a permanecer en esta especialidad y sirvan, al mismo tiempo, de incentivo para que profesionales jóvenes ingresen en esta disciplina.

## TEMA IV: EVALUACION DE LA CAPACIDAD CARDIOPULMONAR EN SILICOSIS

### El Seminario, considerando:

Que es necesario incluir la evaluación funcional cardiopulmonar como un examen complementario en el estudio de la silicosis;

Que el habitat normal del trabajador de altura le obliga a tener una hiperventilación pulmonar, que se supone lo predispone a un mayor riesgo de contraer silicosis;

Que en los tres países aún no se han recopilado un número suficiente de datos que permitan conocer las características fisiológicas normales de los trabajadores de la costa y la altura;

Que la obtención de esta información es imprescindible para poder evaluar adecuadamente los resultados de las pruebas funcionales que se realizan en estos trabajadores; y

Que en los tres países participantes no se dispone de todo el equipo y las instalaciones adecuadas para la realización de estos exámenes,

### Recomienda:

1. Llevar a cabo una evaluación funcional cardiopulmonar de los trabajadores en la que se obtengan previamente los patrones normales en su propio medio tomando en consideración, además del sexo, edad y tamaño corporal, sus características raciales y nutritivas y datos sobre clima y altura. Respecto a la evaluación pulmonar, se recomienda seguir las indicaciones del Comité de Expertos en función respiratoria, de la Organización Internacional del Trabajo.

2. Clasificar los exámenes para el estudio de trabajadores expuestos en pruebas mínimas de selección y pruebas de evaluación

integral para los casos de difícil interpretación, en vista de la complejidad de exploración funcional cardiopulmonar, y aun reconociendo la conveniencia de practicar en cada caso una exploración integral. Entre las primeras necesariamente debería incluirse la capacidad vital forzada (CVF); volumen espiratorio forzado en 1 segundo (VEF<sub>1</sub>); volumen espiratorio forzado por ciento (VEF%), y máxima ventilación voluntaria (MVV).

Las pruebas de evaluación integral deben incluir pruebas ventilatorias adicionales, de intercambio gaseoso y de la circulación pulmonar en reposo y esfuerzo, a criterio del examinador.

3. Practicar pruebas cardiovasculares mínimas en trabajadores expuestos, y estudios de evaluación integral en casos especiales, incluyendo entre las primeras la historia clínica cardiológica, telefotofluorografía torácica, presión arterial, electrocardiograma, tiempo circulatorio y examen del fondo de ojo. Las segundas deberían comprender pruebas hemodinámicas en reposo y esfuerzo, a juicio del examinador.

4. Suministrar a los Institutos de Salud Ocupacional de los países participantes las instalaciones y equipos adecuados que permitan la ejecución de las pruebas de exploración funcional cardiopulmonar a los trabajadores en su propio medio.

5. Solicitar a la Organización Panamericana de la Salud que auspicie reuniones periódicas, en lo posible cada dos años, destinadas a comparar y verificar los resultados de estas recomendaciones, principalmente en lo que respecta a la evaluación funcional cardiopulmonar de los trabajadores que desempeñan sus labores en la altura.

**TEMA V: EVALUACION DE INCAPACIDAD POR SILICOSIS****El Seminario, considerando:**

Que en los países participantes existen diferentes criterios para la evaluación de la incapacidad a causa de la silicosis;

Que en la evaluación de la incapacidad de los trabajadores afectados de silicosis por lo común no se consideran factores socioeconómicos, que son de importancia para poder fijar las compensaciones;

Que se ha demostrado la conveniencia de encomendar la evaluación de la incapacidad a una institución técnica especializada estatal;

Que no existen estudios suficientes sobre normas que permitan evaluar la incapacidad por silicosis, en base a criterios funcionales cardiopulmonares;

Que hay concordancia en que el establecimiento de seguros obligatorios estatales constituye la forma más adecuada de proteger y compensar justa y oportunamente a los trabajadores expuestos a riesgos ocupacionales;

Que el pago de compensaciones por daños ocupacionales en forma de sumas globales significa, en la mayoría de los casos, dejar a los trabajadores afectados en una situación económica desventajosa;

Que a menudo los trabajadores que han sido declarados incapacitados están en situación de desempeñar otros oficios, para los cuales normalmente no poseen el adiestramiento adecuado; y

Que se han logrado progresos en la terapéutica de la tuberculosis,

**Recomienda:**

1. Que en la evaluación de la silicosis se utilice un criterio mixto de incapacidad física y de ganancia, y se hagan obligatorias las pruebas funcionales cardiopulmonares

de modo que en el futuro se pueda establecer el grado de incapacidad sobre estas bases.

2. Que aun reconociendo las dificultades técnicas que ello implica, los tres países deben hacer esfuerzos para lograr que en las legislaciones vigentes se incluya, entre los criterios para la evaluación de la incapacidad de los trabajadores, factores socioeconómicos como edad, estado civil, grupo familiar, ocupación, profesión, especialización, etc., por considerarlo de justicia.

3. Que en cada uno de los países la evaluación de la incapacidad esté a cargo de una sola institución estatal técnica y especializada, sin perjuicio de que la legislación pertinente resguarde los derechos de apelación de las partes afectadas.

4. Sugerir a los tres países participantes que realicen un estudio sobre la evaluación de incapacidades, fundado en criterios funcionales cardiopulmonares, y propugnar el análisis y comparación de los datos obtenidos, en un plazo de dos años.

5. Que, de acuerdo con la Recomendación 4 del Tema II, se establezca un seguro obligatorio estatal solidario al objeto de cubrir los riesgos de enfermedades ocupacionales, y que se lleve a cabo la correspondiente revisión de las legislaciones vigentes al respecto.

6. Que el pago de los beneficios económicos a los trabajadores afectados de silicosis se haga mediante pensiones periódicas adecuadas, sin autorizar su reemplazo por pagos globales, sumas alzadas u otros tipos de reembolsos.

7. Que se creen bolsas de trabajo y se pongan en funcionamiento, donde no existen, centros de reubicación y de rehabilitación vocacional para los enfermos de silicosis.

8. Que en todos los casos de silicotubercu-

losis, antes de establecer el grado de incapacidad, el trabajador sea sometido a un tratamiento, tan prolongado como sea ne-

cesario, hasta agotar las posibilidades de su restablecimiento, debiendo estar hasta entonces amparado económicamente.

## TEMA VI: EPIDEMIOLOGIA DE LA SILICOSIS

### El Seminario, considerando:

Que todo estudio epidemiológico debe considerar y correlacionar los factores ambiente, agente y huésped, y que este Seminario ha estado enfocado principalmente al estudio del huésped;

Que de los informes presentados se desprende que, debido a la falta de uniformidad de los criterios empleados no es posible establecer comparaciones sobre la prevalencia de silicosis o analizar otras variables;

y

Que los informes reflejan que la silicosis, por su alta prevalencia e inicio precoz, constituye un grave problema de salud de los trabajadores, especialmente en uno de los países, acarreando en todos ellos graves consecuencias socioeconómicas,

### Recomienda:

1. Que se inicien o continúen estudios de correlación de los datos sobre ambiente, agente y huésped, empleando el mismo criterio en los tres países participantes.

2. Que en los tres países participantes se definan criterios similares de tiempo de exposición y de trabajo.

3. Que, en concordancia con el inciso c de la Recomendación 1 del Tema III, se mantengan registros obligatorios adecuados, gubernamentales y particulares, que permitan realizar estudios de observación ulterior y determinar las tasas de incidencia y

tablas de vida, con objeto de conocer las probabilidades de agravación, complicación y muerte de los trabajadores afectados de silicosis.

4. Que los respectivos países activen la legislación de disposiciones que obliguen a los servicios médicos de instituciones, empresas estatales, paraestatales y privadas, y a los médicos en el ejercicio privado de su profesión, a denunciar los casos de silicosis descubiertos y los certificados de defunción extendidos de cualquier persona afectada o sospechosa de padecer silicosis.

5. Que, en concordancia con el inciso a de la Recomendación 1 del Tema III, se prepare un Manual de Procedimientos para reunir la información destinada a obtener las historias ocupacionales completas y verídicas, y a evaluar los programas de control ambiental, analizando la posible utilización como base de estudios del programa presentado a este Seminario por los representantes de la Sociedad Minera "El Teniente", de Chile.

6. Que, consciente de los progresos logrados en la preparación integral de los profesionales dedicados a la salud ocupacional, se fomente la adquisición de mayores conocimientos sobre epidemiología y estadística, mediante cursos de perfeccionamiento en estas especialidades, y que se proporcione a las instituciones nacionales de salud ocupacional los medios necesarios para que puedan contar con servicios de estadística completos y bien dotados.





## **Parte II**

### **RESUMENES DE LOS TRABAJOS SOBRE SILICOSIS EN LOS PAISES PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO**

**(Bolivia, Chile y Perú)**



## TEMA I: CARACTERISTICAS DE LA EXPOSICION AL POLVO\*

### ASPECTOS AMBIENTALES

#### GENERALIDADES

##### *Número de minas de importancia epidemiológica*

Una característica común a los tres países es que, paralelamente a la empresa minera, altamente tecnificada y eficiente, existen explotaciones de minas rudimentarias y marginales llevadas a cabo por grupos reducidos de individuos. Estas operaciones marginales escapan al control de la autoridad en salud ocupacional.

En Bolivia el único intento de controlar este sector de la minería se ha hecho a través de las cooperativas que forman algunos de estos mineros. En Chile parece que para efectos de control sólo se considera a las empresas con más de 100 trabajadores. Y en el Perú se han tenido en cuenta sólo aquellas empresas que tienen más de 30 trabajadores.

La proporción de estos trabajadores marginales varía bastante de un país a otro.

Existe el consenso entre las tres naciones de que todas las minas estables y controladas tienen importancia epidemiológica.

El cuadro 1 muestra el número de minas y trabajadores dedicados a esa actividad en los tres países, y el porcentaje de trabajadores marginales.

\* Resumen de los trabajos presentados por los Ingenieros José Delgado (Bolivia); Walter Dümmer (Chile), y Jorge K. Román (Perú).

CUADRO 1—No. de minas de importancia epidemiológica

País	Minas en producción	Trabajadores mineros activos	Trabajadores marginales y porcentaje del total
Bolivia (1965)...	2,246 <sup>a</sup>	38,098	10,930 28.8
Chile (1965)....	65 <sup>b</sup>	64,227	4,675 7.3
Perú (1964)....	73 <sup>c</sup>	33,524	Se desconoce

<sup>a</sup> Todas las minas legalmente registradas.

<sup>b</sup> Todas las minas con más de 100 trabajadores.

<sup>c</sup> Todas las minas activas excepto las marginales ascienden a 102 pero las estudiadas fueron 73.

*Distribución geográfica de minas* (viene detallada en un mapa en el trabajo original).

#### **Bolivia:**

*Altura sobre el nivel del mar:* El promedio de elevación de la minería grande es de 4,390 m/n mar, y el valor máximo y mínimo son respectivamente 4,800 y 3,950 m/n del mar.

La minería mediana tiene un promedio aritmético de 4,060 m/n del mar, con máximo de 4,780 y mínimo de 3,200 m/n del mar.

La minería pequeña no tiene este registro pero se estima que el promedio de elevación es de 4,000 m/n del mar.

*Características geológicas:* El territorio de Bolivia tiene cinco zonas mineralizadas, que de este a oeste son: antiguo macizo brasileño; faja petrolífera subandina; faja

estañífera en el occidente de la Cordillera; faja cuprífera del altiplano, y depósitos volcánicos de azufre en los Andes Occidentales.

Las dos zonas más importantes son la estañífera y la cuprífera, que es donde se encuentra la mayoría de las minas.

La zona más rica en yacimientos minerales está entre Caxata y Challapata. Se hace una relación breve de orogénesis y tectónica de esta zona.

*Tipos de minerales más comunes:* De las 240 especies minerales descubiertas, descritas y comprobadas en Bolivia sólo unas cuantas tienen importancia económica, las principales de las cuales son las siguientes: casiterita, calcosina, bismutita, galena, volframio, malaquita, teallita, cuprita, schceilita, siderita, jamcsonita, frankeita.

*Tipos de explotación:* Los más utilizados son corte y relleno, acopio (*shrinkage*) y hundimiento por bloques, y se usan también variaciones y mezclas de estos métodos que se prestan para la explotación de un yacimiento determinado. Pero existe una tendencia evidente hacia la explotación de hundimiento por bloques.

*Producción, materiales y cantidad:* Durante 1965 la exportación de los principales minerales fue la siguiente:

Estaño	67,241 TM
Plomo	32,443 TM
Zinc	25,817 TM
Antimonio	14,174 TM
Cobre	11,708 TM
Bismuto	709 TM
Plata	73 TM
Total	152,165 TM

El total de minerales exportados en 1965 fue 165,827 toneladas métricas; la diferencia la constituyen pequeñas exportaciones de oro, asbesto, mercurio, azufre y cadmio.

*Otros centros de trabajo con exposición al polvo silicógeno:* Las fuentes de producción de polvo silicógeno son las minas y las plantas de beneficio de minerales que a veces constituyen mayor riesgo que la

misma mina. Otras fuentes de polvo silicógeno son las fábricas de cerámica, loza y alfarería, canteras de granito, fundiciones, etc.; sin embargo, el volumen de estas industrias es tan pequeño que las compensaciones por silicosis se pagan en proporción de 99% a los mineros y 1% al resto de la industria.

*Trabajadores empleados en empresas con exposición al polvo silicógeno:* De los trabajadores mineros, incluyendo los que trabajan en plantas de beneficio, el 60.3% está expuesto al riesgo de silicosis, es decir 22,810 del total de 38,098 trabajadores mineros.

*Porcentaje de trabajadores expuestos al polvo silicógeno:* La información sobre este punto ha sido proporcionada en el párrafo anterior.

## Chile:

*Altura sobre el nivel del mar:* No hay información detallada, pero varía desde 915 metros bajo el nivel hasta 5,000 metros sobre el nivel del mar.

Se estima que más del 80% de los trabajadores trabajan entre 1,500 y 3,000 metros sobre el nivel del mar.

*Características geológicas:* Las condiciones geológicas difieren bastante entre la parte norte y la parte sur del país. La parte norte (geosinclinal andino) abarca desde la frontera con el Perú hasta los 41° de latitud sur, y contiene la mayor parte de los yacimientos metalíferos chilenos. La parte sur (geosinclinal magallánico) tiene escasa mineralización.

La mineralización chilena se debe al desarrollo de una zona móvil durante el mesozoico y el cenozoico. Se hace un esquema de este desarrollo.

*Tipos de minerales más comunes:* Los yacimientos de cobre se presentan como grandes depósitos de impregnación llamados

pórfidos. También hay depósitos de cobre en mantos.

Los principales minerales de la zona de oxidación son: malaquita, bronchantita, chalcantita, y atacamita; en la zona de concentración cuprita, covelina, calcosina, y en la zona primaria, calcopirita, bornita, y chalcosina primaria.

La ganga principal de estos depósitos es cuarzo, calcita, baritina, anfibolita y magnetita.

Los yacimientos de hierro son de origen magmático, aunque también hay de origen sedimentario. Los minerales predominantes son magnetita y hematita.

El oro y la plata se presentan en estado nativo y como roscleres de plata; el manganeso se encuentra en forma de braunita y pirolusita; el plomo y zinc en forma de galena y blenda, mezclada con piritas, y el molibdeno se presenta como molibdenita y el mercurio como cinabrio.

Otros minerales como los de cobalto, volframio, arsénico, antimonio y platino carecen de importancia comercial. No se han encontrado minerales de bismuto, níquel o estaño.

Se encuentran en estudio las fuentes de uranio en los desmontes de las minas de cobre.

*Tipos de explotación:* En minas subterráneas, se distinguen los tipos siguientes: sin relleno; con almacenamiento transitorio; mediante fortificación sistemática del vacío abierto; con relleno definitivo con tierra; con relleno por hundimiento del techo. En las minas a cielo abierto: tramos horizontales; pisos escalonados; canteras.

#### *Producción, materiales y cantidad*

Cobre	633,342,975 TM
Molibdeno	3,807,222 TM
Plomo	1,116,294 TM
Zinc	1,004,610 TM
Oro	2,021,495 kg
Plata	96,314,276 kg

Mercurio	9,211,500 kg
Hierro	9,853,169 TM
Manganeso	19,861,190 TM

*Otros centros de trabajo con exposición al polvo silicógeno:* Se han considerado canteras, cerámicas, fundiciones, molindas no metálicas, refractarios y fábricas de cemento, vidrio y jabones abrasivos. Su número y distribución geográfica aparecen en el cuadro 2.

CUADRO 2—Número y distribución geográfica de industrias que producen polvo silicógeno

Industria	Valparaíso Aconcagua	Santiago	Concepción Arauco	Total
Canteras	—	—	2	2
Cerámicas	—	14	1	15
Fábricas de cemento	1	1	—	2
Fábricas de vidrio	—	17	2	19
Fundiciones	11	101	—	112
Jabones abrasivos	—	6	—	6
Molindas no metálicas	—	32	—	32
Refractarios	—	10	1	11
Total	12	181	6	199

*Trabajadores empleados en empresas con exposición al polvo silicógeno:* Se les divide en mineros e industriales.

Entre los trabajadores mineros, el 21.4% está expuesto al riesgo de silicosis o sea que el equivalente es de 13,887 del total de 64,742 mineros.

En la actividad industrial con riesgo de silicosis el 22.7% está expuesto, lo que equivale a 3,388 del total de 14,953 trabajadores. El total de obreros que desempeñan labores en empresas con riesgo de sílice es de 79,695.

*Porcentaje de trabajadores expuestos al polvo silicógeno:* El porcentaje de trabajadores expuestos al riesgo de la silicosis es el siguiente: 21.7% de un total de 79,695, o sea que están expuestos 17,275 trabajadores.

**Perú:**

*Altura sobre el nivel del mar:* El 63% de las minas activas se encuentra a más de 4,000 metros sobre el nivel del mar.

*Características geológicas:* Se hace una tabulación de los minerales, la roca encajonante, la ganga y el contenido de sílice libre en la caja y la veta con valores promedios máximos y mínimos.

El promedio aritmético de contenido de sílice libre en la caja es de 33.4%, considerando todos los minerales comerciales que se explotan en el Perú.

*Tipos de minerales más comunes:* Se hace una tabulación detallada de los minerales que se explotan, comenzando con minerales de metales preciosos, no ferrosos, ferrosos y no metálicos.

*Tipos de explotación:* Los tipos de explotación usados más comúnmente son corte y relleno (*cut and fill*), acopio (*shrinkage*) y explotación por cámaras y pilares (*room and pillar*) en orden de importancia. No se menciona el método de hundimiento por bloques.

*Producción, materiales y cantidad:* Para el año 1964, la producción fue la siguiente, recuperable en TM: metales preciosos, 1,148; metales no ferrosos, 565,405, y metales ferrosos 6,530,244.

*Otros centros de trabajo con exposición al polvo silicógeno:* Las industrias que tienen riesgo de silicosis emplean un total de 38,766 obreros. Pocas de estas han sido estudiadas sistemáticamente. No hay cuadros de producción de materiales pero existe información respecto a la minería del carbón y la fabricación de cemento.

*Trabajadores empleados en empresas con exposición al polvo silicógeno:* Los datos se encuentran en el párrafo anterior.

*Porcentaje de trabajadores expuestos al polvo silicógeno:* En las 73 minas estudiadas se establecieron tres grupos que son: ex-

puestos a riesgo evidente; expuestos a riesgo mediano, y no expuestos.

En el primer grupo se incluye entre los trabajadores de subsuelo a perforistas, lamperos, enmaderadores, carreros y tolveros. En los de superficie se incluyen lamperos, pallaqueros, chancadores, carreros y ensayadores.

En el segundo grupo están, en el subsuelo, motoristas, capataces, paleros mecánicos y tractoristas. En la superficie están los molineros, pesadores de minerales y relaveros.

En el tercer grupo están, en el subsuelo, bodegueros, carrilanos, wincheros, timbreros, tolveros, mecánicos y cancheros. En la superficie se encuentran herreros, cocineros, enfermeros, soldadores, operadores de lámparas, operadores de casa de fuerza y otros.

Para esta clasificación se han considerado los tiempos de exposición en cada ocupación.

Los porcentajes por grupos son:

Riesgo evidente	40%	13,355 trabajadores
Riesgo mediano	11.1%	3,756 trabajadores
No expuestos	48.9%	16,414 trabajadores
Total	100%	33,525 trabajadores

**EVALUACIÓN****Bolivia:**

*Límites permisibles oficiales:* Extraoficialmente se ha adoptado la fórmula  $\frac{250}{\% \text{ SiO}_2 + 5}$  para evaluar el valor de la concentración ambiental máxima permisible (CAMP).

*Normas referentes a la recolección de muestras, incluyendo la frecuencia de las mismas:* Se ha adoptado el frasco de impacto con la bomba manual portátil de la MSA ("Midget Impinger"). Las muestras se toman dentro de las 12 horas después de recogidas en celdas Dunn. El medio recolector de las partículas de polvo es agua

bidestilada, en lugar de alcohol, ya que en grandes altitudes se evapora completamente.

En cuanto a la frecuencia de toma de muestras no existe reglamentación definida.

*Correcciones por variaciones de presión atmosférica aplicadas a los resultados:* La bomba del "Midget Impinger" está diseñada para que a cierta diferencia de presión (12 pulgadas de agua) impulse a través del frasco de impacto 0.1 pie<sup>3</sup> por minuto, siempre y cuando se recoja aire al nivel del mar. Cuando la densidad del aire muestreado difiere mucho de este valor, se introduce un error que es preciso corregir. Para esta corrección es preciso conocer la densidad del aire que se muestrea, midiendo los parámetros de los que depende (elevación, temperatura, humedad). Obtenido este valor el factor que se usa para determinar el volumen real muestreado es:  $\sqrt{\frac{de}{dm}}$

donde *de* es la densidad del aire en el lugar de calibración y *dm* la densidad del aire en el lugar de muestreo.

El resultado de esta corrección ha sido comprobado experimentalmente.

*Métodos oficiales de recuento de polvo:* El recuento de polvo se hace en celdas Dunn, a 100 aumentos, con campo brillante e iluminación sistema Kohler.

*Métodos oficiales de medición de partículas:* Se usa el micrómetro filiforme con una muestra de líquido recolector del frasco de impacto, desecada lentamente en un porta-objeto y fijada para poder usar objetivos de inmersión. Se leen 250 partículas por lo menos para tener una muestra estadística y aceptable, y se registra la distribución de tamaño en una recta de probabilidad logarítmica.

*Métodos oficiales para el análisis de sílice libre:* Se utiliza el método de Talvite sin variación alguna.

*Otros métodos utilizados por organismos estatales o privados:* Aparte del trabajo

hecho por el Instituto Nacional de Salud Ocupacional (INSO), por la Caja Nacional de Seguro Social (CNSS) y la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), usando el método oficial, no se ha hecho ningún otro trabajo en polvimetría.

*Métodos utilizados para las mediciones de ventilación:* No existen instalaciones de ventilación forzada en las minas. Se ha hecho algún intento para dirigir la ventilación natural y la medición de esta se ha realizado mediante anemómetros, pero generalmente con nubes de humo debido a las reducidas velocidades que se encuentran.

*Otros análisis y mediciones en relación con el problema de la silicosis:* El INSO tiene programada una investigación con el propósito de encontrar nuevos métodos para evaluar el riesgo de la silicosis en forma más simple, rápida y precisa que la técnica actual, especialmente utilizando el método de captación de partículas segregadas de diferente tamaño aerodinámico.

*Unidades para la expresión de los resultados:* Las partículas de polvo de 5 a 1 micras se registran en millones de partículas por pie cúbico de aire muestreado.

El tamaño de las partículas se registra en micras y la distribución de tamaño se define en una gráfica de probabilidad logarítmica, donde se muestra el valor de la media geométrica y la desviación estándar.

*Instituciones estatales encargadas de llevar a cabo la evaluación:* Por Decreto Supremo No. 06278, el INSO es el organismo autorizado para llevar a cabo evaluaciones de silicosis con carácter oficial.

## Chile:

*Límites permisibles oficiales:* Los límites permisibles legalizados por Decreto 1106 (noviembre de 1954) son: a) con menos de 5% SiO<sub>2</sub> libre cristalizada, 1,800,000 ppl; b) desde 5% hasta 50% SiO<sub>2</sub> libre cristali-

zada, 700,000 ppl; c) con más de 50% SiO<sub>2</sub> libre cristalizada, 180,000 ppl.

Está en estudio una modificación de estos límites.

*Normas referentes a recolección de muestras, incluyendo la frecuencia de las mismas:* Se usa el "Midget Impinger" de acuerdo a las normas de la Oficina de Minas de los Estados Unidos de América.

No existen normas en relación con la frecuencia.

*Correcciones por variaciones de presión atmosférica aplicadas a los resultados:* No se hace ninguna.

*Métodos oficiales de recuento de polvo:* Se usa la celda Dunn y las recomendaciones de la Oficina de Minas (EUA).

*Métodos oficiales de medición de partículas:* No existen.

*Métodos oficiales para el análisis de sílice libre:* Disgregación con H<sub>3</sub> y PO<sub>4</sub> y control con HF. También se hace petrografía.

*Otros métodos utilizados por organismos estatales o privados:* No existen.

*Métodos utilizados para las mediciones de ventilación:* En ductos se usan tubos Pitot y velómetros; en galerías de minas, anemómetros.

*Otros análisis y mediciones en relación con el problema de la silicosis:* Se han investigado y hecho análisis de SiO<sub>2</sub> por difracción de rayos X, recolección de polvos en filtros de membrana, determinando ocasionalmente, SiO<sub>2</sub> en material biológico.

*Unidades para la expresión de los resultados:* La concentración se expresa en número de partículas por litro, el SiO<sub>2</sub> en porcentaje.

*Instituciones estatales encargadas de llevar a cabo la evaluación:* De esto se encarga el Servicio Nacional de Salud por intermedio de la Sección Higiene y Medicina del Trabajo.

## Perú:

### Límites permisibles oficiales

Desde 1962 se usa la fórmula

$$\frac{250}{\% \text{ SiO}_2 + 5} = \text{CAMP en mpppe}^*$$

para cuarzo y cristobalita

Sílice amorfa, tierras diatomáceas es 20 mpppe

Silicatos (con menos de 1% de SiO<sub>2</sub> cristalina)

Asbesto 5 mpppe

Mica 20 mpppe

Piedra pómez 20 mpppe

Talco 20 mpppe

Cemento Portland 50 mpppe

Diverso 50 mpppe

*Normas referentes a la recolección de muestras, incluyendo la frecuencia de las mismas:* Se consideran el tiempo de exposición por ocupación y operación; análisis químico y mineralógico de la roca, el mineral, el polvo asentado y el polvo en suspensión, las condiciones de trabajo y ambiente, y las medidas de protección.

Se usa el frasco de impacto con la bomba portátil ("Midget Impinger") de la MSA. Se aconseja que el número de muestras sea el 20% del total de los trabajadores involucrados en la ocupación.

El método estadístico seguido en el Perú para pesar la exposición ocupacional al polvo se aparta del método reconocido y seguido por muchos países. No se considera el tiempo de exposición. Sólo se toma la media geométrica de los resultados obtenidos para cada ocupación.

*Correcciones por variaciones de presión atmosférica aplicadas a los resultados:* Se corrigen los volúmenes a volúmenes estándar por medio de la Ley Universal de los gases.

*Métodos oficiales de recuento de polvo:* Se emplea agua destilada con 10% de alco-

\* Millones de partículas por pie cúbico de aire.



hol isopropílico para reducir la pérdida de partículas por solución o floculación.

Se sigue el procedimiento regular; las muestras se leen en celdas Dunn.

*Métodos oficiales de medición de partículas:* Se utiliza el método del micrómetro filiforme y se lee el tamaño de 200 partículas para obtener la distribución de tamaño; las partículas se clasifican desde 0.25 micras a 0.5 micras.

*Métodos oficiales para el análisis de sílice libre:* Se utiliza el método de Talvitie modificado por Landry.

*Otros métodos utilizados por organismos estatales o privados:* No existen.

*Métodos utilizados para las mediciones de ventilación:* Paralelamente con el estudio del método ambiente se evalúa la ventilación, especialmente en el subsuelo. Los valores obtenidos se comparan con aquellos señalados en el código de minería para distintas alturas sobre el nivel del mar, y por metro cúbico de aire por minuto-hombre. Las proporciones de los gases naturales del aire han sido analizados con aparatos similares al Orsat.

*Otros análisis y mediciones en relación con el problema de la silicosis:* No se efectúan.

*Unidades para la expresión de los resultados:* La concentración de polvo se expresa en miligramos por metro cúbico. Polvos de minerales que producen neumoconiosis se expresan en millones de partículas por pie cúbico de aire.

*Instituciones estatales encargadas de llevar a cabo la evaluación:* La única es el Instituto de Salud Ocupacional.

#### RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS

##### Bolivia:

*Recuento de polvo—Número de recuentos y clasificación de los resultados (cada 2.5 millones de partículas por pie cúbico):* Se

han hecho 300 recuentos de los cuales se han desechado por diversas razones 176; en los 124 restantes se encontró la siguiente distribución, cada 2.5 mpppc:

<i>mpppc</i>	<i>Recuentos</i>	<i>Total %</i>
0.0- 2.5	20	16.2
2.5- 5.0	14	12.4
5.0- 7.5	7	5.6
7.5-10.0	7	5.6
10.0-12.5	9	7.3
12.5-15.0	4	3.2
15.0-17.5	4	3.2
17.5-20.0	5	4.0
20.0-22.5	8	6.5
22.5-25.0	3	2.4
25.0-27.5	2	1.6
27.5-30.0	2	1.6
30.0-32.5	1	0.8
32.5-35.0	1	0.8
35.0-37.5	2	1.6
37.5-40.0	4	3.2
40.0-42.5	2	1.6
42.5-45.0	4	3.2
		80.8

El 20% restante estaba distribuido en muestras individuales, cuyo valor máximo es de 537 mpppc; el recuento por sí solo no da una idea del riesgo, pues se requiere conocer además el valor de la CAMP.

En el INSO se ha ideado un coeficiente del riesgo que de inmediato describe su magnitud, y que se expresa como: coeficiente de riesgo en un ambiente =  $\frac{\text{mpppc}}{\text{CAMP}}$

En términos descriptivos se clasifican los ambientes del modo siguiente:

<i>Coeficiente de riesgo</i>	<i>Ambiente</i>	<i>Observación</i>
0-0.10	Recomendable	Riesgo de contraer silicosis es remoto
0.11-0.60	Aceptable	Riesgo es pequeño
0.61-1.00	Inaceptable	Riesgo es inminente, se imponen mejoras
mas de 1	Intolerable	Contraer silicosis es sólo cuestión de tiempo

*Tamaño de partículas—Número de determinaciones y sus resultados:* Por cada muestra de concentración de polvo recolectado en un frasco de impacto existe una muestra fijada para determinar el tamaño

de las partículas, pero sólo se evalúa una quinta parte de estas muestras por la similitud que hay en el tamaño de las partículas. Los promedios de tamaño fluctúan entre 1 y 2 micras.

*Composición química—Número de análisis y sus resultados:* Hay 250 muestras analizadas de polvo asentado; el promedio es de 41% de sílice libre, el valor máximo es de 93% de sílice libre y el mínimo de 1.75% de sílice libre.

*Mediciones de ventilación—Número y resultados:* Sólo se ha hecho un trabajo sistemático, sin resultados precisos.

### Chile:

*Recuento de polvo—Número de recuentos y clasificación de los resultados (cada 2.5 millones de partículas por pie cúbico):* Se han hecho 1,575 muestras y se las tabula cada 2.5 millones de partículas. Los mayores recuentos corresponden al grupo de 2 mil millones hasta 5 mil millones.

*Tamaño de partículas—Número de determinaciones y sus resultados:* No se considera importante ya que al contarlas se lee sólo aquellas que están entre 0.5 y 10 micras, es decir, la fracción de interés para la salud.

*Composición química—Número de análisis y sus resultados:* Se hicieron 1,012 análisis de  $\text{SiO}_2$ , más de la mitad de los cuales estaban en el rango de 0 a 5 por ciento.

*Mediciones de ventilación—Número y resultados:* Se realizaron 86 mediciones en inspecciones, de las cuales 17 fueron en galerías mineras y el resto en instalaciones de ventilación.

*Otras mediciones—Número, tipo y resultados:* Nada se ha hecho en relación con la silicosis.

### Perú:

*Recuento de polvo—Número de recuentos y clasificación de los resultados (cada 2.5 millones de partículas por pie cúbico):* Se han recolectado 7,314 muestras de polvo atmosférico, 7,010 de las cuales fueron consideradas para este estudio, 6,093 corresponden a actividades de extracción de minerales y 917 a operaciones auxiliares.

Se tabulan las muestras recolectadas por ocupaciones y concentración de polvo cada 2.5 mpppc.

Las ocupaciones principales tienen un promedio de exposición de 12 mpppc y las auxiliares de 4 mpppc. Las ocupaciones que implican más riesgo en el subsuelo son las de lampeador, entubador, operador de palas mecánicas y perforista; entre las ocupaciones auxiliares, las de muestrero, mecánico y tubero.

Se instituye un grado de peligrosidad, que se expresa en porcentaje y corresponde al porcentaje de muestras de un rango determinado de sílice libre, que sobrepasa el límite permisible. Ejemplo: el total de las muestras obtenidas en el subsuelo que caen en el rango de 0.00 a 9.99% de contenido de sílice libre es de 973; de estas, 129 están sobre el límite máximo permisible, lo que, expresado como porcentaje del número total de muestras en este rango, da 13.3 por ciento. A este porcentaje se le da el nombre de grado de peligrosidad.

Estos grados se tabulan para el subsuelo y la superficie.

*Tamaño de partículas—Número de determinaciones y sus resultados:* Se han calculado 476 distribuciones de tamaño; la media geométrica es de 0.90 micras y la desviación estándar es de 1.39 micras.

*Composición química—Número de análisis y sus resultados:* Se recolectaron 967 muestras, distribuidas del modo siguiente: mineral, 357; roca, 330, y polvo asentado, 280. Las 280 muestras últimas son las que

sirvieron para determinar el límite permisible en cada mina.

El 31.8% de la población trabajadora está involucrada en el riesgo de 20-29% de sílice libre. En polvo asentado y en el mismo rango se encuentra el 19% de las minas estudiadas.

*Mediciones de ventilación—Número y resultados:* Se emplean anemómetros, velómetros y nubes de humo; la presión se mide con barómetros aneroides y psicrómetros para la humedad.

El código de minería establece límites mínimos de aire puro pero que varían según la elevación del lugar de trabajo.

El 70% de las minas estudiadas usa la ventilación natural con alguna eficiencia, el 12.3% usa ventilación natural deficiente y sólo el 10.9% emplea ventiladores.

El 27.4% emplea los requisitos mínimos de ventilación; un 52.1% usa aire comprimido para mejorar la ventilación, y el 19.2% usa ventiladores auxiliares.

*Otras mediciones—Número, tipo y resultados:* Se mencionan mediciones que no están directamente ligadas a la silicosis. Finalmente se presentan conclusiones y recomendaciones sobre la mejoría que ha habido en estos servicios en el Perú.

Fuera de programa se recibió un trabajo de la Empresa Cerro de Pasco Corp. del Perú, que responde parcialmente al formulario del Tema I.

A continuación se presenta un resumen del trabajo:

#### GENERALIDADES

*Número de minas de importancia epidemiológica (número de trabajadores y riesgos):* La compañía tiene seis campamentos que considera de importancia epidemiológica y que albergan 4,274 trabajadores.

*Distribución geográfica:* La situación geográfica se muestra en un mapa.

*Altura sobre el nivel del mar:* El promedio de elevación de los campamentos es de 4,440 metros sobre el nivel del mar.

*Características geológicas:* Los porcentajes de sílice de las rocas en los yacimientos en explotación son altos; no se dan valores excepto en Yauricocha donde se dice que el porcentaje es mínimo.

*Tipos de minerales más comunes:* Los minerales más habituales son: calcopirita, calcosita, enargita, covelita, tetraedrita.

*Tipos de explotación:* Acopio (*shrinkage*), corte y relleno (*cut and fill*), entibación cuadrícula (*square set*).

*Producción, materiales y cantidad:* Se dan datos de producción para los seis campamentos por tipo de trabajo y para el año 1966.

*Otros centros de trabajo con exposición al polvo silicógeno:* La exposición al polvo silicógeno es mínima en las operaciones de trituración, chancado, concentrado y fundición.

*Trabajadores empleados en empresas con exposición a polvo silicógeno:* En las minas trabajan los siguientes: obreros, 13,545; empleados, 1,894; supervisores, 515; total, 15,954.

*Porcentaje de trabajadores expuestos al polvo silicógeno:* El porcentaje de trabajadores expuestos es del 26 al 39 por ciento.

#### EVALUACIÓN

*Límites permisibles oficiales:* Se desconocen los límites máximos permisibles oficiales para el Perú, pero se usan los métodos oficiales descritos en la presentación de ese país. También se indica que se está experimentando con filtros de membrana.

*Correcciones por variaciones de presión atmosférica aplicadas a los resultados:* No se hace ninguna corrección.

*Métodos oficiales de medición de partículas:* Se usa el micrómetro filiforme.

*Métodos oficiales para análisis de sílice libre:* Se utiliza el método Talvitie.

*Otros métodos utilizados por organismos estatales o privados:* No se usa otro método.

*Métodos utilizados para las mediciones de ventilación:* Para velocidades inferiores a 50 pies por minuto se emplean nubes de humo; entre 100 y 6,000 pies por minuto, los anemómetros.

*Otros análisis y mediciones en relación con el problema de la silicosis:* Se miden gases aunque estos no tienen relación directa con la silicosis.

*Unidades para la expresión de los resultados:* Concentración de polvo en mpppc, tamaño en micras; el volumen de aire en pies o metros cúbicos.

#### RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS

*Recuento de polvo—Número de recuentos y clasificación de los resultados (cada 2.5 millones de partículas por pie cúbico):* En 1966 se hicieron 327 en los seis campamentos con resultados que sobrepasan los límites máximos permisibles. Se midieron tamaños y todos son inferiores a 5 micras.

*Composición química—Número de análisis y sus resultados:* Un promedio de 75 muestras dio sílice libre entre 16 a 45%; no se especifica si fueron muestras de mineral, roca o polvo asentado.

*Mediciones de ventilación—Número y resultados:* La ventilación se mide cada trimestre y se mantienen planos de los circuitos de aire.

## TEMA II: RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE CONTROL ADOPTADAS\*

---

### ASPECTOS AMBIENTALES

#### MEJORAS EN EL CONTROL AMBIENTAL

##### *Mejoras implantadas, número, tipo y cantidad de trabajadores beneficiados*

El estudio de los informes de Bolivia, Chile y Perú sobre las mejoras alcanzadas en el control ambiental permite afirmar que se han obtenido algunos logros en la prevención de la silicosis; además, se ha puesto en práctica una serie de medidas de control del polvo, en base a las recomendaciones técnicas formuladas por los organismos competentes. Los informes de Bolivia y Perú se refieren exclusivamente a la actividad minera, mientras que el de Chile señala además datos referentes a otras actividades industriales. Con excepción del Perú, no se conoce la proporción de empresas que hayan cumplido íntegramente con las medidas de control ambiental recomendadas, ni las que no las han cumplido total o parcialmente, razón por la cual no se puede cuantificar las mejoras introducidas en este aspecto; pero es evidente que estas mejoras no han sido suficientes y que aún queda mucho por hacer en este campo.

El fracaso en la aplicación de medidas preventivas se debe, fundamentalmente, a: falta de recursos legales de algunas de las instituciones encargadas de este problema,

que no les permite establecer sanciones; bajo monto de las indemnizaciones por enfermedad ocupacional; falta de otros estímulos económicos para que todas las empresas se interesen en el problema, y, por último, negligencia de los empresarios en el cumplimiento de las medidas preventivas.

En cuanto al número, tipo y cantidad de trabajadores beneficiados por las mejoras implantadas, en Bolivia únicamente 12 centros mineros, correspondientes a la "Minería Grande", cuentan con programas de seguridad e higiene industrial, cubriendo con su servicio a 20,452 trabajadores, servicio que es limitado por el poco interés que los dirigentes prestan a estos programas. En Chile 5,734 es el número de obreros beneficiados, es decir, los obreros expuestos al riesgo que han quedado protegidos como resultado de las medidas preventivas; no se conoce el número de centros de trabajo a los que corresponden, ni la proporción con relación a la población trabajadora que se halla expuesta. En el Perú, de 69 empresas mineras, 11 cuentan con programas de seguridad e higiene industrial bien establecidos, servicios que abarcan 21 centros de trabajo de un total de 90, beneficiando a 25,733 obreros (60.7% del total) con las medidas de control adoptadas.

Como puede observarse, no es posible establecer en forma conjunta la proporción de trabajadores beneficiados por las medidas de control adoptadas en los tres países.

---

\* Resumen de los trabajos presentados por los Ings. Alberto Salinas (Bolivia); Hernán Maas (Chile), y Aníbal Gastañaga (Perú).

### *Resultados comparativos que reflejan la marcha de los programas*

El informe de Bolivia no proporciona datos que permitan comparar la marcha de los programas.

El informe de Chile sólo presenta datos referentes a la zona de Santiago, comprendiendo industrias de cerámica, fritas, enlozados, fundiciones, moliendas no metálicas y minas de cobre. Estos datos muestran que, después de ejecutadas las medidas correctivas, las concentraciones de polvo se han reducido a valores inferiores a los límites permisibles. En cuanto a ventilación, se consignan datos correspondientes a las industrias ya mencionadas, de la zona de Santiago, los cuales señalan mejoras significativas, pero no se detalla la proporción de industrias en las que estas se han logrado.

El informe del Perú señala que en un 65% de los centros mineros se ha logrado una reducción en las concentraciones de polvo. En cuanto a ventilación, en 1961 sólo el 2% de las minas contaba con buenas condiciones de ventilación, mientras que en 1966 este porcentaje subió a 18, mostrando un incremento de 16 por ciento. En 1961 existían malas condiciones de ventilación en el 65% de las minas, en tanto que en 1966 este valor se redujo a 52 por ciento. Además, se señala que hasta 1964 ninguna mina utilizaba atomizadores de agua; hasta la fecha 10 minas han adoptado su empleo en forma permanente para el control de polvo en voladuras.

### PROTECCIÓN PERSONAL

#### *Normas vigentes sobre protección personal*

En los tres países existen reglamentos que norman la selección adecuada, el empleo, la conservación y el mantenimiento del equipo

de protección respiratoria; así, en Bolivia se tiene el Reglamento Básico de Higiene y Seguridad Industrial; en Chile las normas dictadas por la Ex-Dirección General de Sanidad, y en el Perú los Reglamentos del Código de Minería.

#### *Sistemas de protección personal utilizados*

El informe de Bolivia indica que solamente la "Minería Grande" ha establecido la distribución gratuita de implementos de protección, siendo obligatorio el uso de respiradores contra el polvo.

El informe de Chile no indica la forma en que se suministran estos implementos, señalando que sólo se emplean en operaciones intermitentes y que estos equipos deben ser aprobados por la Oficina de Minas de los Estados Unidos de América o por las autoridades de salud del país de origen.

En el Perú, las empresas que cuentan con programas de seguridad en higiene industrial proporcionan a sus trabajadores los implementos necesarios de acuerdo con la naturaleza de las ocupaciones. La reparación y el mantenimiento corre por cuenta de la empresa. Las empresas que no cuentan con programas de seguridad e higiene industrial, o las que los tienen nominalmente constituidos, adoptan una diversidad de sistemas para dotar a sus trabajadores con implementos de protección. El mayor o menor grado de cumplimiento depende de la exigencia de los organismos gubernamentales o de las presiones sindicales. Algunas de estas empresas proporcionan implementos gratuitamente, otras a precio de costo y todavía otras con reducciones al precio de costo. Estos equipos deben ser aprobados por el Departamento Médico de la Sub-Dirección de Minería del Ministerio de Fomento y Obras Públicas.

*Número de trabajadores***Bolivia:**

Con protección personal "relativa"	5,000
Con protección personal insuficiente	10,000
Sin protección personal	20,000

**Chile:**

Con protección personal adecuada	4,268
Con protección personal insuficiente	1,876
Sin protección personal	1,105

**Perú:**

Con protección personal adecuada	25,733
Con protección personal insuficiente y sin protección	16,674

Los informes de Bolivia y Perú se refieren a todos los obreros de la industria minera. El de Chile se refiere además a aquellas manufacturas donde se presenta polvo silíceo, sin especificar la proporción en cada una de ellas.

*Número de empresas***Bolivia:**

Con programas de protección adecuados y bien mantenidos	6
Con programas inadecuados o mal mantenidos	25
Sin programas de protección personal	150

**Chile:**

Con programas de protección adecuados y bien mantenidos	52
Con programas inadecuados o mal mantenidos	31
Sin programas de protección personal	121

**Perú:**

Con programas de protección adecuados y bien mantenidos	11
Sin programas de protección personal o inadecuados y mal mantenidos	58

Bolivia y Perú se refieren exclusivamente a la industria minera, mientras que Chile menciona la minera y parte de la manufacturera, lo que no permite efectuar comparaciones ni generalizar resultados.

*Factores que limitan el uso y la eficacia de los elementos de protección personal*

Los tres países coinciden en los factores que limitan el uso y la eficacia de los elementos de protección personal y señalan: a) la molestia que ocasiona su empleo; b) la resistencia que ofrecen a la respiración; c) la selección inadecuada; d) la falta de mantenimiento; e) la falta de educación de los trabajadores, y f) la falta de responsabilidad de los dirigentes.

FACTORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS QUE DEBEN  
SER CONSIDERADOS EN EL CONTROL  
(EXPRESADO EN DÓLARES EUA)

*Importancia para la economía nacional de las empresas estudiadas*

En Bolivia la minería constituye la principal actividad económica, proporcionando al país el 90% de las divisas extranjeras.

En Chile la minería cubre el 84% del valor de las exportaciones de bienes del país, a pesar de que representa únicamente el 4.8% del producto geográfico bruto. Los otros centros considerados corresponden a la industria manufacturera, que viene a ser la primera en lo que se refiere a su aporte al producto geográfico bruto; su participación ha aumentado de un 23.3 a casi 30 por ciento.

En el Perú la minería representa el 40.6% del valor de las exportaciones de bienes. Su aporte al producto bruto interno es de 7.6 por ciento. En cuanto a la productividad por sectores económicos, la minería, con una población económicamente activa de únicamente el 2.1% del total, registra una productividad por individuo que alcanza a 2,680 dólares al año, siendo un sector que proporciona poca ocupación pero que tiene en cambio una fuerte densidad de capital.

Por todo lo expuesto anteriormente, se demuestra que la minería constituye la

principal columna de la economía en estos tres países.

### *Costo de la silicosis para la industria*

#### Bolivia:

a) Gastos reales en indemnizaciones y seguros. La industria no se hace cargo del costo de la silicosis directamente, el empresario paga a la Caja Nacional de Seguro Social (CNSS), como aporte patronal el 33% del salario básico del obrero, y este aporta el 7.5% de su salario. Con estos aportes, la CNSS se hace cargo de un amplio campo de prestaciones, incluyendo las enfermedades profesionales. No existe en el país la indemnización, habiendo sido reemplazada por la renta mensual.

Sólo se señala el costo de los Departamento de Higiene y Seguridad de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), que cuenta con 12 ingenieros y 72 inspectores y ayudantes, que asciende a 43,286 dólares.

b) Gastos reales de sistema y programas de control. No se conocen por falta de datos.

c) Costos estimativos de sistemas y programas de control recomendados o estudiados para los programas existentes. No se conocen por falta de datos.

#### Chile:

a) Gastos reales en indemnizaciones y seguros (*en dólares EUA, promedio de los últimos tres años*)

Primas para expuestos a silicosis	130,000
Aporte patronal para reajuste de pensiones (10% sobre primas)	13,000
17.9% de impuestos sobre primas pagadas	23,270
Capitales representativos depositados en el fondo de garantía por patronos no asegurados	19,600
Indemnizaciones pagadas por patronos de no asegurados	73,328
10% sobre indemnizaciones pagadas a no asegurados para servir como reajuste de pensiones	7,333

4 días de salarios de 312 silicóticos afiliados al SSS a cargo del patrón

1,498
268,029

b) Gastos reales de sistemas y programas de control

528,700
---------

c) Costos estimativos de sistemas y programas de control recomendados para programas existentes

850,000
---------

Total	1,646,729
-------	-----------

#### Perú:

a) Gastos de indemnizaciones y seguros (*en dólares EUA, promedio en los últimos cuatro años*) (Indemnizaciones período 1948-1966, 3,405,900 dólares)

419,184
---------

b) Gastos reales de sistemas y programas de control (exclusivamente para la prevención y control de la silicosis)

209,760
---------

c) Costos estimativos de sistemas y programas de control recomendados o estudiados para programas existentes (exclusivamente para la prevención y control de silicosis)

656,450
---------

Total	1,285,394
-------	-----------

### *Capacidad económica de las empresas*

El informe de Bolivia no presenta datos a este respecto. El de Chile presenta datos globales del capital fijo, más las reservas para la industria manufacturera y minera, consignando 86,771,100 y 1,332,000,000 dólares respectivamente. En el informe del Perú aparece el activo de 61 empresas mineras (84.4% del total), clasificados en cinco grupos:

<i>Activos en EUA\$</i>	<i>No. de empresas</i>	<i>Porcentaje</i>
Menos de 1,000,000	18	29.5
2,000,000-3,000,000	19	31.1
3,000,000-10,000,000	16	26.3
10,000,000-100,000,000	6	9.8
100,000,000 y más	2	3.3
Total.....	61	100.0

### *Costo de la silicosis para el país*

El informe de Bolivia presenta el monto total acumulado de pensiones e indemniza-



ciones por silicosis, pagadas a trabajadores mineros desde 1935 hasta 1965, cifra que asciende a 18,713,000 dólares y que da un promedio anual de 606,200 dólares con un incremento quinquenal del 49.2 por ciento. Los gastos médicos para 1965 ascienden a 2,993,320 dólares, cubriendo a 13,606 rentistas, a 220 dólares por persona. De lo antedicho se puede estimar que el costo de la silicosis por año sería de 3,599,520 dólares, conforme al siguiente detalle:

Promedio anual de pensiones e indemnizaciones	606,200
Gastos médicos	2,993,320
<b>Total</b>	<b>3,599,520</b>

El informe de Chile presenta lo siguiente:

Gastos reales en indemnizaciones y seguros	268,029
Gastos reales de sistemas y programas de control	528,700
Aporte patronal para financiar pensiones de silicóticos, 0.1% sobre salarios de afiliados al SSS (Ley 15,477)	560,000
Aporte de afiliados al SSS para financiar (Ley 15,477)	560,000
Aporte fiscal para reajuste de pensiones de silicóticos	64,000
Valor promedio del tiempo no trabajado (2,850,000 días)	
Costo directo	4,300,000
Costo indirecto	12,900,000
Costo de los servicios estatales	112,000
<b>Total anual</b>	<b>19,292,729</b>

El informe del Perú presenta:

Indemnizaciones promedio en los últimos cuatro años	419,184
Costos indirectos	838,368
Gastos reales de sistemas y programas de control (1966) (exclusivo para silicosis)	209,760
Costo de los servicios estatales (1966) (exclusivo para silicosis)	263,000
<b>Total anual</b>	<b>1,730,312</b>

*Costo de los servicios estatales de prevención y control de la silicosis*

Bolivia: Ministerio de Trabajo, EUA \$3,000; Caja Nacional de Seguro Social,

5,500; Instituto Nacional de Salud Ocupacional, 1,544,000; total anual, 1,552,500.

Chile consigna 112,000 dólares anuales.

Perú consigna 263,000 dólares para 1966 exclusivamente para el control de la silicosis.

*Estímulos existentes para la prevención de la silicosis*

En Bolivia no existen estímulos para la prevención de la silicosis.

En Chile tampoco existen estímulos económicos, estando todos sometidos al mismo régimen de tarifas de primas de seguros, razón por la cual pocas empresas se interesan en la prevención de la silicosis.

En el Perú, aparte del costo que representa la silicosis para las compañías mineras, es decir, pago de indemnizaciones y los costos indirectos, no existen estímulos económicos. Las bajas indemnizaciones no alteran significativamente los costos de producción. En general los gastos por indemnización son menores que los correspondientes al establecimiento de un programa de prevención de silicosis.

*Sistemas de seguros para los trabajadores expuestos al riesgo de silicosis*

El informe de Bolivia señala que no existe un sistema de seguros que cubra el riesgo de silicosis. La Caja Nacional de Seguro Social se hace cargo de un amplio campo de prestaciones, incluidas las enfermedades ocupacionales, y otorga a los enfermos una renta mensual luego de calificada la enfermedad en sus diferentes grados. El aporte patronal a la CNSS es el 33% del salario básico del obrero y el del trabajador el 7.5% de su salario.

En Chile existe la Caja de Accidentes del Trabajo, que acepta los contratos de seguro por enfermedad profesional, que pueden ser individuales o colectivos. En determinados casos los empleadores pueden integrarse a

una mutual o establecer el autoseguro. Las mutuales registradas son la Asociación Chilena de Seguridad y el Instituto de Seguridad. Las primas de seguro se pagan en función del riesgo asegurado y se efectúan exclusivamente a costa del empleador.

En el Perú no existen seguros que cubran las enfermedades ocupacionales, no obstante que la Ley No. 10833, en su artículo 8, establece la creación de un seguro para estos infortunios.

### Conclusiones

1. Se ha puesto en vigor una serie de medidas de control del polvo, tanto en la industria minera como en la manufacturera, pero, por ser insuficientes los datos disponibles, no se puede cuantificar las mejoras implantadas. Es evidente que estas mejoras no han sido lo suficientemente adecuadas y que aún queda mucho por hacer al respecto.

2. Debido a lo incompletas que son las medidas de control adoptadas, los datos referentes al número de trabajadores beneficiados no permiten conocer la proporción de estos en relación al total de trabajadores expuestos, ni en relación al tipo de industria.

3. Los datos proporcionados son insuficientes para poder iniciar la marcha de los programas de prevención de silicosis.

4. Los tres países disponen de reglamentos que norman la selección adecuada, el empleo, la conservación y el mantenimiento del equipo de protección respiratoria.

5. En Chile y en el Perú el 58.9% y el

60.7% de los trabajadores, respectivamente, disponen de protección personal adecuada; en Bolivia el 14.3% dispone de protección personal "relativa".

6. Cuentan con programas de protección personal adecuados el 3.3% (6) de las empresas mineras de Bolivia; el 25.5% (52) de las empresas mineras y manufactureras de Chile, y el 15.9% (11) de las empresas mineras del Perú.

7. La minería en los tres países constituye la principal columna de su economía, representando entre el 40.6 y 90.0% del valor de las exportaciones de sus bienes.

8. El costo de la silicosis para la industria en Chile y el Perú es de 1,646,729 y 1,285,394 dólares, respectivamente.

9. El costo de la silicosis en dólares para cada uno de los países es: Bolivia, 3,599,520; Chile, 19,272,729, y Perú, 1,730,312.

10. El costo de los servicios estatales de prevención y control de silicosis es: Bolivia, 1,552,500; Chile, 112,000, y Perú, 263,000 dólares.

11. En Bolivia y Chile no existen estímulos económicos para la prevención de la silicosis, estando todos sometidos a un mismo régimen de tarifas o de primas de seguros. En el Perú, aparte del costo de las indemnizaciones, no existen otros estímulos; los gastos por indemnización son menores que los correspondientes a los programas de prevención.

12. Chile es el único de los tres países que dispone de seguros que cubren el riesgo de silicosis.

## TEMA III: DIAGNOSTICO DE LA SILICOSIS\*

### ASPECTOS MEDICOS

#### HISTORIA OCUPACIONAL

##### *Personal (tipo y competencia)*

Los informes de los tres países participantes coinciden en que la historia ocupacional, por su decisiva importancia en el diagnóstico de la silicosis, debe ser obtenida por un personal lo más idóneo posible.

En Bolivia, los encargados de preparar la historia ocupacional son médicos expertos en neumología y salud ocupacional, quienes cuentan con la colaboración de personal técnico paramédico adiestrado. En Chile esta labor la realiza personal administrativo entrenado, y la revisa luego el personal médico. Según el informe chileno, este método de trabajo no es satisfactorio y lo impone el gran número de consultas diarias, que no podría abarcar el personal disponible de nivel profesional (ingenieros, médicos o técnicos expertos); en todo caso se estima que su modificación es necesaria. En el Perú el personal médico obtiene la historia ocupacional, ya sea en el Instituto de Salud Ocupacional de Lima durante los exámenes periciales, o en los mismos centros de trabajo durante estudios epidemiológicos.

##### *Datos que se incluyen en la historia ocupacional*

Los informes de los tres países participantes resaltan, con mayor o menor énfasis, que los datos que se incluyen en las historias

ocupacionales (materias primas, tipo de trabajo, tiempo de exposición, labor desarrollada, condiciones ambientales) son fundamentales, ya que basándose en ellos se realiza el análisis de la magnitud del riesgo de contraer silicosis a que estuvo expuesto el trabajador.

Con respecto a la evaluación de este riesgo, en Bolivia se emplea un método propio denominado "coeficiente de riesgo", que es el resultado de dividir la concentración de polvo ambiental, expresada en millones de partículas por pie cúbico, por la concentración máxima permisible. Valores de 0 a 0.10 representan ambiente prácticamente sin riesgo. El riesgo es pequeño cuando el índice oscila entre 0.10 y 0.60 y lo es claro y definido cuando este alcanza valores por sobre 0.60. En Chile, en lo que respecta a la magnitud del riesgo silicógeno se reconocen tres grados: escaso, intermedio e intenso. Sin embargo, el informe correspondiente no especifica el criterio empleado en esta valoración y dice, además, que las condiciones ambientales no se incluyen habitualmente en la historia ocupacional, a pesar de reconocer que el hacerlo indudablemente sería beneficioso. El informe peruano explica que el valor del riesgo silicógeno se calcula principalmente a partir de la concentración de polvo en el ambiente y la altura sobre el nivel del mar en que se desenvuelve el trabajador. Respecto al polvo, especifica el tamaño y la distribución porcentual de sus partículas, así como el porcentaje de sílice libre que contiene. Al igual

\* Resumen de los trabajos presentados por los Dres. F. Pinell (Bolivia); P. Schüller (Chile), y C. Carlin (Perú).

que el informe chileno, no se especifica el criterio empleado para evaluar los ambientes en más o menos peligrosos.

En Bolivia y Perú la historia ocupacional incluye, además, la información de los últimos 12 meses sobre el ausentismo y sus causas.

*Procedencia de la información ambiental cuando está incluida (gubernamental o empresarial)*

En Bolivia la información ambiental de fuente gubernamental por el momento proviene exclusivamente de la División de Saneamiento Ambiental del Instituto Nacional de Salud Ocupacional. La de origen empresarial se reduce a las empresas mineras con departamento de higiene y seguridad (14 minas de COMIBOL y Mina Chojilla de la "International Mining").

En Chile la mayor parte de la información ambiental incluida en la historia ocupacional procede de fuente gubernamental y sólo ocasionalmente es de origen empresarial; sin embargo, se señala que lo ideal sería el intercambio de información. La escasa contribución empresarial se atribuye principalmente a que en muchos casos se carece de esta información y por otra parte, cuando existe, no es posible obtenerla oportunamente.

En el Perú, al igual que en los otros países participantes, la mayor parte de la información ambiental es de fuente gubernamental; generalmente se lleva a cabo cuando se realizan los exámenes periódicos a los trabajadores en el centro de trabajo. Sin embargo, se cuenta también con alguna información de origen empresarial en minas como la de Cerro de Pasco.

#### EXAMEN CLÍNICO

*Anamnesis (fichas generales o especiales)*

En los tres países participantes se utilizan fichas especiales para consignar los datos

más sobresalientes de la enfermedad, lo que proporciona una buena guía para el médico inexperto. No obstante, Bolivia y Chile consideran conveniente que en estas fichas especiales se dejen espacios en blanco de manera que permitan al médico, con suficiente experiencia, hacer una descripción tan detallada como estime necesario, incluyendo manifestaciones no habituales. El informe boliviano señala además que la recolección de datos anamnésicos no siempre es óptima debido a la dificultad adicional que enfrenta el médico al examinar a una gran proporción de individuos que hablan sólo en Quechua o Aymará.

*Examen físico (completo o especial)*

Al igual que para la anamnesis, las fichas especiales de los tres países señalan numerosos puntos referentes al examen físico; por tanto, se debe considerar como un examen completo no especializado.

*Examen radiológico*

Los tres países concuerdan en que el examen radiológico es fundamental y por lo tanto indispensable en el diagnóstico y control evolutivo de la silicosis; se destaca, además, que este examen debe realizarse de acuerdo con una técnica rigurosa. Respecto a este último punto insisten especialmente en el uso de tiempos cortos de exposición con objeto de aumentar la nitidez de la radiografía, y placas de tamaño estándar (35 x 40 cm). En relación al empleo de la foto fluorografía (70 x 70 mm), Chile y Perú sólo la emplean como un procedimiento de selección y para estudios epidemiológicos. En Bolivia este procedimiento se empleó durante dos años (1964-1966) y se abandonó por considerarlo inadecuado; por esta misma razón, se descartó el uso de radiografías obtenidas a base de una fuente radiactiva de Iterbio 169.

### *Clasificaciones nacionales (características)*

Hasta 1964 se usó en Bolivia una clasificación nacional muy semejante a la que se usa actualmente en Chile, la que, por su escasa difusión, dio origen a confusión de opiniones. Sin embargo, en 1964 Bolivia logró que los diferentes centros especializados del país llegaran a un acuerdo y desde entonces se emplea la Clasificación Internacional propuesta en 1958 por el Comité de Expertos de la OIT (1). En la práctica la aplicación de esta Clasificación de la OIT no ha ocasionado problemas, sino que por el contrario su uso tiene las ventajas siguientes:

1. Reconoce mayor número de categorías y permite definir y describir adecuadamente los grados de anormalidad tanto cualitativa como cuantitativamente.
2. Provee las definiciones y los símbolos que facilitan la comprensión, superando las barreras que impone el lenguaje.
3. Dispone de una serie de "placas patrones" que definen las diferentes fases de la enfermedad.

En Chile se usa desde hace 25 años (1941) la clasificación nacional de Lorca, Hevia, de Viado y Ansola (2). El solo hecho de haberse usado durante tantos años, así como su simplicidad y amplia aceptación en todo el país (incluyendo cátedras universitarias, instituciones aseguradoras, sindicatos e instituciones estatales encargadas del cumplimiento de las leyes laborales), hace discutible el pensar reemplazarla por otra, como por ejemplo la propuesta por la OIT. Sin embargo, se reconocen las ventajas del sistema de la OIT señaladas en el informe de Bolivia pero, al mismo tiempo, se considera que las numerosas categorías de este podrían producir diferencias de opinión.

En el Perú se usa una clasificación nacional basada en otras comunicadas por diferentes autores (3). Al igual que la que

se emplea en Chile, reconoce fundamentalmente tres categorías; además, se considera sencilla y que cumple sus propósitos, por lo que no se ve la necesidad de cambiarla por otra más compleja que, a juicio del relator, no aportaría mayores ventajas.

En un cuadro del informe de Bolivia se resume muy bien las características fundamentales de las clasificaciones que usan los tres países participantes.

### OTROS ELEMENTOS DE DIAGNÓSTICO

#### *Biopsias pulmonares (indicaciones y resultados)*

La biopsia pulmonar consiste en el examen microscópico de un pequeño trozo de pulmón, bien sea extirpándolo directamente previa toracotomía, o bien a través de un bronquio, o de la pared torácica; se usan instrumentos especiales como la pinza de Hollinger y la aguja de Franklin-Silverman, respectivamente.

Bolivia y Perú no aportan información respecto a este examen. Chile afirma que la biopsia obtenida por toracotomía permite precisar el diagnóstico de silicosis entre el 80 y 85% de las muestras examinadas. Respecto a las biopsias en que se emplean otros métodos no se cuenta con la suficiente experiencia como para dar una opinión definitiva sobre su valor, aunque el relator muestra optimismo en cuanto a la utilidad que puedan tener, ya que los inconvenientes que se presentaron fueron escasos y no se han comunicado casos mortales.

Las biopsias se hicieron especialmente en los casos en que no existía una correlación satisfactoria entre la radiología y la historia ocupacional, o bien en casos en que, a pesar de existir alteraciones radiológicas compatibles con silicosis, no fueron reconocidas por el empleador.

*Otras biopsias (grasa prescalénica, etc.)*

Los informes de los tres países participantes se refieren a la biopsia de los ganglios prescalénicos.

El de Bolivia destaca que en una serie de 22 casos de silicosis, se obtuvo por medio de este procedimiento resultados positivos en 12 (45, 54% de positividad), lo que se puede considerar como satisfactorio.

Chile considera que este examen es útil como elemento de diagnóstico diferencial, señalando que su principal ventaja estriba en que puede realizarse en forma ambulatoria en cualquier centro médico medianamente dotado. Sin embargo, no aporta cifras que permitan evaluar su utilidad en cuanto a silicosis debido, según el relator, a que no se dispone de datos suficientes.

Perú explica que de 18 casos de silicosis en los que se practicó biopsia de los ganglios prescalénicos sólo en dos fue positiva, lo que corrobora la opinión de los especialistas del Hospital del Tórax de Lima, quienes estiman que la biopsia de los ganglios escalénicos no ha demostrado ser útil en el diagnóstico de la silicosis.

*Exámenes generales de laboratorio*

En los tres países se realizan corrientemente los exámenes siguientes:

1. Examen hematológico (recuento de glóbulos rojos y blancos, hemoglobinemia, hematócrito, fórmula sanguínea).

2. Velocidad de sedimentación (corregida para la eritrocitosis de la altura).

3. Investigación del bacilo de Koch en el esputo.

Para la interpretación correcta de los dos primeros es indispensable tener presente la altura en que el individuo trabaja. En cuanto al tercero, este incluye el cultivo y la inoculación experimental. En Chile se estima que el lavado bronquial previo a la toma de la muestra constituye un importante avance en la búsqueda del bacilo de Koch en el esputo.

En Bolivia se estudia la utilidad que la determinación espectrofotométrica de sílice libre en la sangre y en el esputo aportaría al diagnóstico de la silicosis. A este respecto, en el informe chileno se señala que la determinación cuantitativa de sílice en el esputo y en la sangre fue abandonada después de que no fueron concluyentes los resultados obtenidos en 200 y 300 casos sospechosos. Sin embargo, otros investigadores chilenos no son de esta opinión (4), y estiman que este examen tiene un valor diagnóstico especialmente en aquellos individuos con una imagen radiológica compatible con el diagnóstico de silicosis y que no han estado en un ambiente con riesgo silicógeno.

El examen citológico del esputo, procedimiento sencillo que lo coloca al alcance de cualquier laboratorio, según dice el relator chileno, representa una importante ayuda en el diagnóstico diferencial de la silicosis con algunas formas de cáncer pulmonar y otras neumoconiosis.

El estudio electroforético de las proteínas de la sangre, usado durante un tiempo en Chile, demostró ser útil en el diagnóstico diferencial entre silicosis y silicotuberculosis. Sin embargo, fue abandonado por no agregar nada a la información que proporcionan los exámenes convencionales (examen hematológico, sedimentación globular, búsqueda del bacilo de Koch en el esputo).

Chile recomienda que en el futuro se incluya el examen de inmunoproteínas, ya que la silicosis debería considerarse como una enfermedad inmunobiológica. También recomienda incluir pruebas diagnósticas para la histoplasmosis y micosis del pulmón y el uso habitual y masivo de la reacción de la tuberculina.

Los exámenes cardiovasculares especializados en silicosis (electrocardiograma, radiología, velocidad circulatoria, fondo del ojo) se realizan sistemáticamente en Bolivia y Perú en sus Institutos de Salud Ocupacional. En Chile se llevan a cabo sólo en

los casos en que la anamnesis, el examen clínico o la radiología demuestran evidencia de una cardiopatía. (Para mayores datos al respecto, véase el informe sobre el Tema IV, págs. 32-45).

### *Diagnóstico de la silicotuberculosis*

Los tres países concuerdan en que el diagnóstico de la silicotuberculosis se debe basar en elementos clínicos, radiológicos y de laboratorio, aunque para la confirmación definitiva de la enfermedad es necesario encontrar el bacilo de Koch.

Entre las manifestaciones clínicas se destaca que es preciso relacionar el estado general con la pérdida de peso.

En general una de las características de la radiología es la presencia de opacidades de rápido crecimiento, asimétricas y con tendencia a localizarse en los lóbulos superiores. Otro elemento de diagnóstico es la presencia de imágenes cavitarias.

Los tres países concuerdan en que, de todos los exámenes de laboratorio, en el diagnóstico de la silicotuberculosis la búsqueda del bacilo de Koch es esencial y que, aunque no haya confirmación bacteriológica, no se debe descartar la tuberculosis. Además, hubo unanimidad en que el estudio bacteriológico de esta complicación no es suficiente en el medio actual. Se considera que la reacción de tuberculina puede apor-

tar ayuda al diagnóstico de la silicotuberculosis.

En resumen, de la lectura de las contribuciones sobre el tema se desprende que el diagnóstico de la silicotuberculosis resulta de la adecuada valoración integrada de la historia ocupacional, cuadro clínico, imagen radiológica y exámenes de laboratorio, estimándose como definitivo sólo cuando existe la confirmación bacteriológica, aunque la imposibilidad de encontrar el bacilo de Koch no permite excluir este diagnóstico.

### **Referencias**

- (1) Gumiel, B. A. "Clasificación Internacional Radiográfica de las Neumoconiosis". *Revista de Salud Ocupacional* 1. La Paz, Bolivia, 1967.
- (2) Lorca, R., Hevia, R., de Viado, M. y Ansola, J. "Consideraciones sobre una nueva clasificación nacional en la reparación medicolegal de la silicosis". *Bol Med Soc* 7:89, Santiago, Chile, 1941.
- (3) Maradiegue, L. A. "Clasificación radiológica de la silicosis". *Actas Primer Seminario Nacional de Salud Ocupacional*. Lima, Perú, 1958, pág. 429.
- (4) Oyanguren, H. y Bartolín, E. "Contribución al diagnóstico de la silicosis pulmonar por la investigación de la sílice en la sangre y en la expectoración". *Rev Med Chile* 71:464, 1943.

## TEMA IV: EVALUACION DE LA CAPACIDAD CARDIOPULMONAR EN SILICOSIS\*

---

### ASPECTOS MEDICOS

De la lectura de los informes de Bolivia, Perú y Chile se desprende claramente la importancia de la evaluación funcional cardiopulmonar en los casos de silicosis, así como la necesidad de estandarizar técnicas y criterios para la interpretación de los resultados. Respecto a la exploración de la función pulmonar, los trabajos presentados por Bolivia y Chile son partidarios de seguir las recomendaciones de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) (1).

A continuación se presenta un resumen de datos sobre el tema. Para mayores detalles se sugiere la consulta de los trabajos originales.

#### CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS CARDIOPULMONARES DEL HOMBRE ANDINO

El hombre andino presenta características anatómicas y fisiológicas particulares y para realizar su evaluación funcional cardiopulmonar es indispensable considerar el ambiente en que se desenvuelve. De acuerdo con los datos presentados, su estatura y peso corporal son reducidos, con un tórax grande que corresponde a un individuo de talla superior. Esto último se traduce en volúmenes pulmonares aumentados para su

tamaño. En el cuadro 1 se resumen algunos de los datos antropométricos y de volúmenes pulmonares obtenidos de los estudios sobre el tema (véase también el Glosario, pág. 44).

El trabajo de Bolivia encuentra una reducción del volumen residual en la altura, lo que está en contraposición con lo expuesto en la literatura (2, 3).

El trabajo del Perú consigna que los resultados de la medición de la capacidad pulmonar total a nivel del mar son mayores que en la altura. Atribuye el aumento en estos individuos a una disminución de la circulación pulmonar en ausencia de hipoxia ambiente.

El trabajo de Bolivia (cuadro 2) presenta datos que apoyan la hipótesis referente a que la disminución del consumo de oxígeno en condiciones de hipoxia crónica constituiría un importante mecanismo de adaptación a esta situación. Sin embargo, los resultados presentados por el Perú, en individuos residentes a 4,500 metros sobre el nivel del mar, no difieren de los obtenidos en los residentes de la costa. El informe de Chile no aporta datos al respecto.

La ventilación pulmonar del hombre andino, tanto en reposo como en actividad, es mucho mayor con respecto al individuo que reside a baja altura, ya que mientras mayor sea la elevación sobre el nivel del mar más grande será el aumento. Este debe

---

\* Resumen de los trabajos presentados por los Dres. H. Salguero y M. Tejerina (Bolivia); H. Donoso (Chile), y C. Valencia (Perú).



CUADRO 1—Características antropométricas y volúmenes pulmonares promedio en el hombre andino

		Origen de la información					
		Bolivia <sup>a</sup>	Perú <sup>b</sup>	Chile <sup>c</sup>			
Altura sobre el nivel del mar (metros)	3,600 y 4,700	0	4,540	300	3,400	4,300	
Edad de los individuos (años)	15-69	20-69	16-69	15-60	15-60	15-60	
Talla (cm)	160	156	157	164.2	162.8	161.1	
Peso (kg)	60.34	56.33	57.5	73.3	64.0	58.50	
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1.62	1.55	1.57	1.80	1.68	1.61	
Perímetro torácico (cm)							
	Reposo	92.30	—	—	—	—	
	Insp. forzada	94.75	—	—	—	—	
	Esp. forzada	89.49	—	—	—	—	
Capacidad vital (ml BTPS)							
	Acostado	4,911	—	4,426	—	—	
	Sentado	—	4,178	—	—	—	
	De pie	—	4,580	4,450	4,450	4,687	4,934
Capacidad pulmonar total (ml BTPS)							
	Acostado	6,296	—	5,935	—	—	
	Sentado	—	6,803	—	—	—	
	De pie	—	—	—	—	—	
Volumen residual (BTPS)							
	Acostado	1,385	—	1,510	—	—	
	Sentado	—	2,625	—	—	—	
	De pie	—	—	—	—	—	
Número de observaciones		202	57	76	45	31	21

<sup>a</sup> Obtenido de los cuadros 1, 2 y 7 del trabajo de Salguero y colaboradores (Bolivia).<sup>b</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 4 del trabajo del Perú.<sup>c</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 2 del trabajo de Chile.

Nota: Para la interpretación de las abreviaturas véase el Glosario, pág. 44.

CUADRO 2—Consumo de oxígeno promedio en reposo (método: circuito cerrado)\*

Altura sobre el nivel del mar (metros)	0	3,600	4,700
Consumo de oxígeno (ml/minuto/kg STPD)	30-35	29.15	29.3

\*Modificado del cuadro 6 del trabajo de Salguero.

ser considerado en lo que respecta a la epidemiología de la silicosis y concentraciones máximas permisibles de polvo silicógeno en el ambiente. El cuadro 3 presenta el resumen de los datos consignados en los trabajos de Bolivia y Perú; Chile no aporta información al respecto.

El aumento de la ventilación pulmonar ocasiona una caída de la presión parcial de CO<sub>2</sub> en el alvéolo. Esto último, consecuencia del aumento de la ventilación alveolar, representa un importante mecanismo de adaptación a la altura y compensa en

CUADRO 3—Ventilación pulmonar promedio en individuos residentes a nivel del mar y en la altura

País	Altura sobre nivel del mar (metros)	Variación pulmonar (litros/min./m <sup>2</sup> /BTPS)	No. de observaciones
Bolivia <sup>a</sup>	0	4.0 <sup>b</sup>	—
	3,600	6.3 <sup>b</sup>	52
	4,700	6.76 <sup>b</sup>	150
Perú <sup>c</sup>	0	5.09 <sup>d</sup>	57
	4,500	6.07 <sup>b</sup>	76

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 6 del trabajo de Salguero.<sup>b</sup> En posición acostada.<sup>c</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 3 del trabajo de Valencia (Perú).<sup>d</sup> En posición sentada.

parte el descenso de la presión parcial de O<sub>2</sub> ambiente. Esta caída de la presión parcial de CO<sub>2</sub> alveolar conlleva una disminución proporcional de los bicarbonatos, manteniéndose el pH dentro de límites normales de acuerdo a la ecuación de Henderson y Hasselbalch. El cuadro 4 resume los datos

CUADRO 4—Valores promedio a diferentes alturas

País	Altura sobre nivel del mar (metros)	Presión parcial de O <sub>2</sub> (mm Hg)	Contenido de CO <sub>2</sub> (volúmenes %)	pH
Bolivia <sup>a</sup> .....	0	40	—	7.40
	3,600	31.1	—	7.416
	4,700	31.17	—	7.43
Perú <sup>b</sup>	4,540	30	37 <sup>c</sup>	—

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 11 del trabajo de Salguero.<sup>b</sup> Obtenido del trabajo de Perú.<sup>c</sup> No se especifica si corresponde a plasma o sangre total o si el valor incluye el CO<sub>2</sub> libre.

que consignan los trabajos de Bolivia y Perú; Chile no aporta información al respecto.

El aumento de la capacidad transportadora de O<sub>2</sub> de la sangre representa otro mecanismo adaptativo a la hipoxia. Se manifiesta principalmente en un aumento del número de glóbulos rojos y de la hemoglobina. En el cuadro 5 se resumen algunos de los datos proporcionados por los trabajos de Bolivia y Perú. El trabajo de Chile no informa sobre este asunto.

Por razones aún no bien determinadas, este mecanismo adaptativo puede dejar de serlo si los valores para los glóbulos rojos y hemoglobina sobrepasan cierto límite, lo que constituye una manifestación importante del llamado mal de montaña crónico o enfermedad de Monge (2). Para La Paz (3,600 metros sobre el nivel del mar) y Milluni (4,700 metros sobre el nivel del

CUADRO 5—Glóbulos rojos, hemoglobina y hematócrito a nivel del mar y a diferentes alturas

País	Altura sobre nivel del mar (metros)	Glóbulos rojos (por mm <sup>3</sup> )	Hemoglobina (gramos/100 ml sangre)	Hematócrito (%)
Bolivia <sup>a</sup> .....	0	5,000,000	15.0	42.5
	3,600	5,260,000	16.5	47.1
	4,700	6,670,000	20.6	60.3
Perú <sup>b</sup> .....	4,540	6,250,000	20.0	61

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 11 del trabajo de Salguero y colaboradores (Bolivia).<sup>b</sup> Obtenido del trabajo del Perú.

mar) en Bolivia, se consideran eritrocitosis patológicas las cifras de glóbulos rojos que pasan de 6,000,000 y 7,950,000, respectivamente.

La mayor cantidad de hemoglobina en el hombre andino explica el mayor contenido de O<sub>2</sub> arterial en estos individuos a pesar de la menor presión parcial de este gas en la sangre arterial. El cuadro 6 resume los datos obtenidos de los informes de Bolivia y del Perú, para presión parcial de O<sub>2</sub>, contenido de O<sub>2</sub> y saturación de la hemoglobina con O<sub>2</sub> en sangre arterial a nivel del mar y a diferentes alturas. Como dato comparativo se incluye información obtenida del Laboratorio de Fisiología del Trabajo en Santiago, Chile, a 580 metros sobre el nivel del mar (presión barométrica promedio 715 mm Hg).

CUADRO 6—Valores promedio (presión parcial de O<sub>2</sub>, contenido de O<sub>2</sub> y saturación de hemoglobina con O<sub>2</sub> en sangre arterial)

País	Altura sobre el nivel del mar (metros)	Presión parcial de O <sub>2</sub> (mm Hg)	Contenido de O <sub>2</sub> (volúmenes %)	Saturación de O <sub>2</sub> hemoglobina (%)
Bolivia <sup>a</sup> ....	0	95	19.5 <sup>b</sup>	97
	3,600	62	20.2 <sup>c</sup>	91.4
	4,700	59.5	25.11 <sup>d</sup>	91.0
Perú <sup>e</sup> .....	4,540	48	20.5	78.0
Chile <sup>f</sup> .....	580	88	19.7	94

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 11 del trabajo de Salguero y colaboradores (Bolivia).<sup>b</sup> Sobre la base de una capacidad de O<sub>2</sub> de 20 vol % (15 gr Hb por 1.34) y la saturación de la hemoglobina con O<sub>2</sub>.<sup>c</sup> Sobre la base de una capacidad de O<sub>2</sub> de 22.11 vol % (16.5 gr Hb por 1.34) y la saturación de la hemoglobina con O<sub>2</sub>.<sup>d</sup> Sobre la base de una capacidad de O<sub>2</sub> de 27.6 vol % (20.6 gr Hb por 1.34) y la saturación de la hemoglobina con O<sub>2</sub>.<sup>e</sup> Obtenido del cuadro 1 del trabajo del Perú.<sup>f</sup> Valores normales promedio del Laboratorio de Fisiología del Trabajo, Donoso, H. (Chile).

Tanto el trabajo presentado por Bolivia como el del Perú plantean que la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno en el hombre andino estaría aumentada o sería igual a la del costeno. Esta sugerencia contradice observaciones de Hurtado (2), quien encuentra que la afinidad de la hemoglobina para el O<sub>2</sub> está ligera, pero significativamente, disminuida en el nativo de la altura.

El trabajo de Tejerina (Bolivia) presenta un interesante estudio cardiovascular en el hombre andino, que incluye un extenso estudio electrocardiográfico que abarca desde la vida intrauterina a la edad adulta. Entre los hallazgos electrocardiográficos del adulto el autor destaca que en el 49.1% de los casos examinados se encontró en algunos marcada desviación axial hacia la derecha.

En cuanto al estudio radiológico cardiovascular, encuentra un aspecto similar al descrito a nivel del mar para la hipertensión arterial pulmonar primitiva y para la que fue encontrada en algunos casos de cardiopatías congénitas con hipertensión arterial pulmonar. Resume las características en los puntos siguientes:

1. Prominencia del arco de la arteria pulmonar.
2. Ensanchamiento de las sombras hiliares por engrosamiento de las ramas de la arteria pulmonar.
3. Disminución de la vascularidad periférica de los campos pulmonares.
4. Tortuosidad eventual de las ramas intrapulmonares.

Cuando se encontró un aumento de la sombra cardiaca, este se debió a un agrandamiento ventricular derecho, lo que coincidió con el estudio electrocardiográfico. El trabajo presentado por el Perú informa acerca de una experiencia similar, agregando información sobre gasto cardiaco, volumen expulsivo, presiones intracavitarias, resistencias y trabajo ventricular derecho, los que se encuentran aumentados en relación con el habitante de la costa.

El mecanismo básico utilizado para explicar estos hallazgos es el aumento de la presión arterial pulmonar por vasoconstricción vascular pulmonar secundaria a la hipoxia ambiente, a lo que se suma el aumento del volumen sanguíneo.

Tejerina comunica una elevación de la presión venosa medida en el pliegue del codo en decúbito dorsal y del tiempo de

circulación codo-lengua en relación a las cifras consideradas normales a nivel del mar (cuadro 7).

CUADRO 7—Presión venosa y tiempo de circulación codo-lengua

Altura sobre el nivel del mar (metros)	Presión venosa (método directo) (mm Hg)	Tiempo circulación			No. de observaciones
		Codo-lengua	Sulfato de magnesio 10 % (segundos)		
3,650	9.8	1.83	15.75	2.41	41
4,700	11.3	2.2	22.1	1.64	20

La presión arterial y pulso en reposo encontrados en el hombre andino se resumen en el cuadro 8.

CUADRO 8—Presión arterial y frecuencia cardiaca en el hombre andino a diferentes alturas (valores promedio en reposo)

País	Altura sobre el nivel del mar (metros)	Presión arterial (mm Hg)	Frecuencia cardiaca
Bolivia <sup>a</sup> .....	3,650	120/77	69.63
	4,700	113/76	66.28
Perú <sup>b</sup> .....	4,500	102/65	60
	300	126.5/85	72.2
Chile <sup>c</sup> .....	3,400	129/72	67.9
	4,300	122/72	61.9

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 8 del trabajo de Tejerina (Bolivia).

<sup>b</sup> Obtenido del trabajo del Perú.

<sup>c</sup> Valores correspondientes a los individuos consignados en los cuadros 1 y 2 del trabajo de Chile.

El informe de Tejerina aporta datos sobre el fondo del ojo en el hombre andino, cuyas características las relaciona con el aumento de los eritrocitos y de la hemoglobina. Estas son retina hiperhémica, oscura y brillante, dominando la ingurgitación venosa y el aumento del calibre y tortuosidad vascular.

#### PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR REALIZADAS Y SU INTERPRETACIÓN

Como ya se mencionó, para llegar a una interpretación correcta de los resultados, es

indispensable estandarizar técnicas y criterios, ya que los tres estudios presentados no siempre coinciden en la información sobre este tema. En cuanto a la definición de valores "normales", Bolivia emplea patrones propios, obtenidos de muestras representativas de acuerdo al procedimiento comunicado por Baldwin y colaboradores (4).

a) *Capacidad vital*. Los resultados de la

medición de este volumen pulmonar en el hombre andino se presentan en el cuadro 1. Los tres informes consignan resultados para esta prueba. El cuadro 9 proporciona la capacidad vital promedio en individuos normales no expuestos, en aquellos expuestos con pulmón radiológicamente indemne, con trama pulmonar acentuada y silicosis en diferente fase evolutiva de la enfermedad entre los 20 y 69 años de edad.

CUADRO 9—Capacidad vital promedio

	País	No. de expuestos normales	Expuestos, pulmón indemne	Expuestos, trama pulmonar acentuada	I	Silicosis Grado II	III
Capacidad vital (ml BTPS)	Bolivia <sup>a</sup>	4,911 <sup>b</sup>	—	4,813 <sup>b</sup>	4,567 <sup>b</sup>	3,879 <sup>b</sup>	3,487 <sup>b</sup>
	Perú <sup>c</sup>	4,426 <sup>b</sup>	4,180 <sup>d</sup>	4,190 <sup>d</sup>	4,385 <sup>d</sup>	3,580 <sup>d</sup>	—
		4,450 <sup>e</sup>	4,580 <sup>e</sup>	4,410 <sup>e</sup>	4,550 <sup>e</sup>	4,330 <sup>e</sup>	—
	Chile <sup>f</sup>	5,573 <sup>d</sup>	4,450 <sup>d</sup>	4,410 <sup>d</sup>	3,960 <sup>d</sup>	3,550 <sup>d</sup>	3,165 <sup>d</sup>
Talla promedio (cm)	Bolivia	160	—	161	159	155	160
	Perú	157	156	155.5	157.5	157	—
	Chile	175.7	166.4	166.9	167.8	166.1	165.0
No. de obser- vaciones	Bolivia	202	—	42	74	45	5
	Perú	76	57	60	94	63	—
	Chile	54	169	167	42	19	66

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 1 del trabajo de Salguero.

<sup>b</sup> Posición acostada.

<sup>c</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 4 del trabajo del Perú.

<sup>d</sup> Posición sentada.

<sup>e</sup> De pie.

<sup>f</sup> Obtenido de los cuadros 3 y 4 del trabajo de Chile.

El trabajo de Chile atribuye las diferencias encontradas entre sujetos normales no expuestos y aquellos expuestos con pulmón radiológicamente sano a errores técnicos principalmente. El más importante sería la falta de un número suficiente de pruebas para el grupo enfermo y el de expuestos.

b) *Volumen espiratorio forzado 1<sup>er</sup> segundo (VEF<sub>1</sub>)*. Los trabajos de Bolivia y del Perú expresan el volumen espiratorio forzado del 1<sup>er</sup> segundo en porcentaje de la capacidad vital encontrada, incluyendo además el valor para el segundo y tercer segundo. Chile distingue entre volumen espiratorio forzado expresado en esa forma

y volumen espiratorio forzado expresado en litros BTPS. El cuadro 10 resume los valores comunicados para VEF<sub>1</sub> y VEF% (véase Glosario), en individuos entre los 20 y 69 años de edad.

Los valores disminuidos encontrados para el volumen espiratorio forzado % (VEF<sub>1</sub>/CVF x 100) en individuos expuestos con pulmón normal o con trama pulmonar acentuada, con respecto a sujetos sanos no expuestos, se atribuyen en la experiencia del Perú a probables trastornos funcionales no detectables ni clínica ni radiológicamente. En la experiencia de Chile hallazgos similares, aunque no tan marcados, se explican

CUADRO 10—Promedios de volumen espiratorio forzado 1<sup>er</sup> segundo (VEF<sub>1</sub>) y volumen espiratorio forzado % (VEF<sub>1</sub>/CVF x 100)

	País	No. de expuestos normales	Expuestos, pulmón indemne	Expuestos, trama pulmonar acentuada	I	Silicosis Fase II	III
VEF <sub>1</sub> (1. BTPS)	Bolivia <sup>a</sup>	—	—	—	—	—	—
	Perú <sup>b</sup>	—	—	—	—	—	—
	Chile <sup>c</sup>	4.57	3.40	3.57	2.79	2.44	2.14
VEF%	Bolivia <sup>a</sup>	71.5 <sup>d</sup>	—	66	69	73	63
	Perú <sup>b</sup>	69.0 <sup>d</sup>	51.5 <sup>d</sup>	64.8 <sup>d</sup>	56.1 <sup>d</sup>	56.6 <sup>d</sup>	—
		78.3 <sup>e</sup>	59.1 <sup>e</sup>	70.5 <sup>e</sup>	61.0 <sup>e</sup>	61.0 <sup>e</sup>	—
	Chile <sup>c</sup>	84.3 <sup>f</sup>	80.93 <sup>f</sup>	81.62 <sup>f</sup>	71.4 <sup>f</sup>	68.2 <sup>f</sup>	69.4 <sup>f</sup>
No. de observaciones	Bolivia <sup>a</sup>	202	—	42	74	45	5
	Perú <sup>b</sup>	76	57	60	94	63	—
	Chile <sup>c</sup>	54	169	167	42	19	26

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 9 del trabajo de Bolivia.<sup>b</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 5 del trabajo del Perú.<sup>c</sup> Obtenido del cuadro 5 del trabajo de Chile.<sup>d</sup> Posición acostada.<sup>e</sup> De pie.<sup>f</sup> Posición sentada.

al igual que para la capacidad vital, por defectos técnicos, derivados de un número insuficiente de pruebas y a velocidad inadecuada del papel.

c) *Ventilación máxima voluntaria (o capacidad máxima respiratoria)* (véase Glosario). Los resultados comunicados para la máxima ventilación voluntaria forzada (MVVF) se resumen en el cuadro 11, habiéndose hecho el estudio en individuos entre los 16 y 69 años de edad.

En la experiencia del Perú, la diferencia

encontrada para esta prueba entre normales no expuestos y expuestos con pulmón sano ha sido interpretada de igual manera que para las diferencias encontradas para el VEF%. En la experiencia de Chile, y al igual que en las CVF, VEF<sub>1</sub> y VEF%, se atribuyen fundamentalmente a defectos técnicos, a lo que se agrega la gran variabilidad encontrada para esta prueba aun en sujetos normales, lo que ha hecho plantear su abandono, reemplazándola por el VEF<sub>1</sub> de ejecución más simple, mejor discrimi-

CUADRO 11—Promedio de máxima ventilación voluntaria forzada (MVVF)

	País	No. de expuestos normales	Expuestos, pulmón indemne	Expuestos, trama pulmonar acentuada	I	Silicosis Fase II	III
MVVF (L/min. BTPS)	Bolivia <sup>a</sup>	106	—	84	81	78	70
	Perú <sup>b</sup>	150	104	99	104.5	94.5	—
	Chile <sup>c</sup>	178	128.5	128	105.5	99.7	84.6
No. de observaciones	Bolivia <sup>a</sup>	202	—	42	74	45	5
	Perú <sup>b</sup>	76	57	60	94	63	—
	Chile <sup>c</sup>	54	169	167	42	19	26

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 10 del trabajo de Bolivia.<sup>b</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 5 del trabajo del Perú.<sup>c</sup> Obtenido del cuadro 6 del trabajo de Chile.

nación y estrecha correlación con la MVVF (1).

El trabajo de Chile recomienda que se practiquen los estudios espirométricos incluyendo CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF% y MVVF, antes y después del uso de un broncodilatador, cuya naturaleza y forma de administración debe normalizarse.

d) *Volumen residual* (véase Glosario). Los resultados de esta exploración funcional se resumen en el cuadro 12.

De preferencia, el trabajo de Bolivia expresa este volumen en porcentaje de la capacidad pulmonar total. Perú lo presenta tanto en cifras absolutas como en relación con la capacidad pulmonar total y con otros volúmenes y capacidades pulmonares. Chile no aporta información al respecto.

e) *Mecánica ventilatoria*. Bolivia valora las condiciones mecánicas toracopulmonares por el "factor de ventilación" introducido por Motley. Este factor se obtiene del promedio de tres valores expresados porcentualmente con respecto al valor supuesto normal para cada uno, a saber: capacidad vital en tres segundos; máxima ventilación voluntaria, y relación volumen residual/capacidad pulmonar total por 100, el que se divide por tres. Perú emplea la máxima ventilación voluntaria y el porcentaje de la capacidad vital espirada en el primero, segundo y tercer segundo.

Aunque estas exploraciones indudablemente proporcionan una información útil sobre las condiciones mecánicas del tórax y

pulmón, el estudio propiamente dicho de la mecánica ventilatoria se refiere fundamentalmente a la determinación de las presiones comprometidas en el proceso de la ventilación pulmonar, relacionándolas con volúmenes y flujos en juego. En esta forma es posible cuantificar resistencias generadas durante el ciclo respiratorio y también el trabajo respiratorio.

En su trabajo Chile expone que mide la presión aplicada sobre el pulmón y el volumen obtenido en relación con esa presión. El cuadro 13 resume los valores de adaptabilidad pulmonar y presión transpulmonar estática máxima en normales y silicosos (véase Glosario). Se estima que esta exploración no ofrece más dificultades que las que presenta la punción arterial y el ulterior análisis de la muestra.

f) *Intercambio gaseoso* (distribución y difusión). Este aspecto de la función pulmonar, al igual que otros, puede valorarse de diferentes maneras (véase Glosario).

En su informe Bolivia resalta la importancia de contar con información en este sentido, aunque en la actualidad, debido a problemas de equipo, no está en condiciones de aportar información.

El informe del Perú no presenta datos especiales sobre este punto, aunque de su lectura se desprende que se tiene en consideración en la interpretación de los resultados.

Chile se refiere principalmente al aspecto de la distribución de aire y sangre a los

CUADRO 12—*Volumen residual promedio en individuos entre los 16 y 69 años de edad (No. de casos, ml BTPS)*

País	Normales, no expuestos	Expuestos		Silicosis		
		Pulmón normal	Trama acentuada	I	II	III
Bolivia <sup>a</sup> .....	1,438(202) <sup>b</sup>	—	1,715(42) <sup>b</sup>	1,610(74) <sup>b</sup>	1,460(45) <sup>b</sup>	1,560(5) <sup>b</sup>
Perú <sup>c</sup> .....	1,510(76) <sup>b</sup>	2,625(57) <sup>d</sup>	2,450(57) <sup>d</sup>	2,310(94) <sup>d</sup>	2,240(63) <sup>d</sup>	—

<sup>a</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 7 del trabajo de Bolivia.

<sup>b</sup> Acostado; medido en la altura.

<sup>c</sup> Obtenido de los cuadros 1 y 4 del trabajo del Perú.

<sup>d</sup> Sentado; medido a nivel del mar.

CUADRO 13—Valores promedio de adaptabilidad pulmonar y presión transpulmonar estática máxima\*

	Normales	Silicosis	
		I	II
Adaptabilidad pulmonar (ml/cm H <sub>2</sub> O).....	207.7	207.6	153.8
Presión transpulmonar estática máxima (cm H <sub>2</sub> O).....	-29.5	-29.6	-30.44
No. de observaciones...	29	3	9

\*Obtenido del cuadro 7 del trabajo de Chile.

pulmones, para lo cual mide simultáneamente las presiones parciales de los gases respiratorios en la fase gaseosa y sanguínea, tanto en reposo como durante ejercicio mantenido por lo menos durante 5 minutos ("steady state exercise"). En ese estudio se destaca el valor del análisis de sangre arterial durante un ejercicio que comprometa por lo menos al 50% de la capacidad aeróbica del individuo. Al respecto se llama

la atención sobre el hecho que en un número importante de los individuos estudiados—portadores de grados variables de afección pulmonar—la oxigenación arterial mejora durante el esfuerzo, lo que se atribuye a mejoría de trastornos de distribución de aire y sangre de los pulmones. Valencia (Perú) observa un hecho semejante para el hombre andino en su medio. En el cuadro 14 se resumen algunos de los resultados.

Ninguno de los informes aporta información sobre valores para capacidad de difusión para el O<sub>2</sub> o factor de transferencia (D<sub>L</sub> o T<sub>L</sub>). El trabajo de Chile la estima indirectamente a partir del nivel de oxigenación arterial durante el ejercicio.

f) *Circulación pulmonar.* Bolivia informa que en la actualidad no se realizan estudios sobre el particular en su Instituto Nacional de Salud Ocupacional.

Perú y Chile comunican valores para la presión arterial pulmonar que se resumen en el cuadro 15.

CUADRO 14—Gradiente alvéolo-arterial de O<sub>2</sub> y presiones parciales de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en sangre arterial durante el reposo y ejercicio (examinados a 580 m sobre el nivel del mar)\*

No.	Silicosis (fase)	Gradiente alvéolo-arterial O <sub>2</sub> (mm Hg)		Presión parcial O <sub>2</sub> (mm Hg)		Presión parcial CO <sub>2</sub> (mm Hg)	
		Reposo	Ejercicio	Reposo	Ejercicio	Reposo	Ejercicio
1	I	5	15	87	90	42	36
2	I	7	10	75	78	47	48
3	I	19	22	74	76	42	42
4	I	15	21	80	79	40	39
5	I	19	16	67	75	46	47
6	I	16	10	72	75	46	49
7	I	9	13	84	84	41	39
8	I	38	19	68	71	37	45
9	I	36	15	62	70	44	49
10	I	36	31	60	74	40	36
11	II	36	22	80	68	32	41
12	II	37	16	56	83	47	48
13	III	12	20	78	84	39	32
14	III	26	34	73	78	42	36
15	III	19	20	66	67	49	48
16	III	20	30	82	69	34	39
17	III	18	20	71	86	38	33
18	III	21	26	80	70	38	41

\*Obtenido del cuadro 8 (anexo) del trabajo de Chile.

CUADRO 15—Presión arterial pulmonar promedio en reposo y ejercicio en individuos normales

	Perú <sup>a</sup>		Chile <sup>b</sup>	
Altura sobre el nivel del mar (metros)	4,540		580	
Condiciones del examen (de-cúbito dorsal)	Reposo		Reposo	Ejercicio
Presión arterial pulmonar (sistólica/diastólica-media; mm Hg)	Normales	38/15-24	22/ 9-15	27/14-20
	Silicosis	II —	26/12-17	30/15-15
	Silicosis	III —	36/17-23	51/23-38

<sup>a</sup> Obtenido del texto del trabajo de Perú.

<sup>b</sup> Obtenido del cuadro 9 del trabajo de Chile.

Es interesante destacar que los valores normales en reposo para la presión arterial pulmonar en la altura corresponden a los que fueron encontrados a baja altura en silicosis avanzada, en que puede postularse una reducción del lecho vascular pulmonar. Este hecho está mostrando que las condiciones hemodinámicas del circuito pulmonar son muy diferentes en la altura, lo que explica que en ese ambiente las alteraciones sean más intensas y produzcan una incapacidad precoz, como ha señalado Perú en su estudio (5).

h) Otras pruebas de exploración funcional.

1. Respuesta ventilatoria al cambio de aire por mezclas gaseosas enriquecidas con O<sub>2</sub>.

Los trabajos del Perú y Chile exploran la respuesta ventilatoria al cambio de aire por mezclas gaseosas enriquecidas con oxígeno. El cuadro 16 muestra los resultados de ambos estudios.

Los resultados obtenidos de los dos trabajos, aunque no estrictamente comparables, no muestran diferencias significativas entre individuos normales y con silicosis avanzada; no obstante, existen diferencias con lo expuesto en la literatura (7). El trabajo de Bolivia no aporta información al respecto.

#### ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD FÍSICA

El trabajo de Chile expone información preliminar sobre la evaluación de la capacidad física de trabajo en silicosis por medio de dos procedimientos. Uno de ellos estima la capacidad aeróbica (9) del individuo (véase Glosario), y el otro mide la magnitud de una carga en kiloponderación/minuto que un individuo puede mantener con una frecuencia cardíaca de 170 por minuto (Capacidad física trabajo 170) (9). El cuadro 17 resume los resultados obtenidos. Los trabajos de Bolivia y del Perú no aportan información al respecto.

Se llama la atención sobre estas determinaciones funcionales, no complicadas y al

CUADRO 16—Cambios porcentuales promedio de la ventilación pulmonar, volumen corriente, frecuencia respiratoria y consumo de oxígeno al pasar de aire a oxígeno en individuos normales y con silicosis avanzada

	Perú <sup>a</sup>		Chile <sup>b</sup>			
Condiciones del examen (reposo o ejercicio).....	Reposo <sup>c</sup>		Reposo <sup>c</sup>		Ejercicio <sup>d</sup>	
Condición del individuo (sano o enfermo).....	Normal	Silicosis	Sano	Silicosis	Sano	Silicosis
$\Delta \bar{V}_E\%$ Ventilación pulmonar..	-0.16	+5.6	-12.7	-9.5	-10.2	-9.19
$\Delta \bar{V}_T\%$ Volumen corriente....	-1.79	+2.1	-5.7	-7.3	-12.5	-9.95
$\Delta f\%$ Frecuencia respiratoria..	+3.23	+1.7	-7.48	-3.69	-1.82	-2.57
$\Delta \bar{V}O_2\%$ Consumo de oxígeno...	+12.01	+0.3	—	—	—	—

<sup>a</sup> Obtenido del cuadro 3 del trabajo del Perú (se empleó mezcla con 40% de O<sub>2</sub>).

<sup>b</sup> Obtenido de los cuadros 10 y 11 del trabajo de Chile (se empleó 100% O<sub>2</sub>).

<sup>c</sup> Posición sentada.

<sup>d</sup> Marcha durante 5 minutos en una plataforma rodante a 3 km/hr sin pendiente.



CUADRO 17—Capacidad física de trabajo en individuos normales y en silicosis en diversa fase evolutiva de la enfermedad estimada por 2 procedimientos\*

	Condición del individuo			
	Normal	Silicosis (fase)		
		I	II	III
Capacidad aeróbica				
(% supuesto normal)	124.4	91.7	66.5	73.7
No. de observaciones	7	10	2	2
Cap. física trabajo 100	a 76%	1	4	7
170	a 51%	—	—	—
(% supuesto normal)	50	—	—	2
25% o menos	—	—	—	—
Total de observaciones	7	11	6	11

\*Obtenido de los cuadros 12 y 13 del trabajo de Chile.

alcance de un laboratorio de fisiología del trabajo, sobre las cuales se estima necesario adquirir mayor experiencia.

#### DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE O<sub>2</sub> Y DEL ÍNDICE DE UTILIZACIÓN DE O<sub>2</sub> (VÉASE GLOSARIO)

Los trabajos del Perú y Bolivia informan sobre el equivalente ventilatorio y el índice de utilización de oxígeno, que se resume en el cuadro 18. Chile no presentó información al respecto.

Se sugiere que un equivalente ventilatorio alto significaría mala distribución del aire a los pulmones o alteración de la relación ventilación alveolar, circulación capilar pulmonar. En estas condiciones, el índice de utilización de oxígeno estaría descen-

dido, indicando una "eficiencia" ventilatoria disminuida.

#### PRUEBAS CARDIOVASCULARES EN SILICOSIS

El trabajo de Tejerina (Bolivia) destaca la importancia de una evaluación integral del trabajador expuesto al riesgo de contraer silicosis, la que no debería limitarse sólo al reconocimiento clínico-radiológico y a alguna prueba funcional aislada. Al respecto es partidario de realizar estudios lo más completo posibles. En cuanto a la exploración cardiovascular en silicosis, el Instituto Nacional de Salud Ocupacional de Bolivia realiza en forma sistemática los exámenes siguientes:

- Valoración clínica (anamnesis y examen físico, incluyendo presión arterial).
- Exploración fluoroscópica cardiovascular reglada (tamaño, forma y dinámica del corazón y vasos en diferentes posiciones).
- Telerradiografía en posición antero-posterior y oblicua anterior en placas de 14 x 18 pulgadas.
- Estudio electrocardiográfico (12 derivaciones clásicas y V<sub>3</sub>R; últimamente se agrega electrocardiograma de esfuerzo).
- Pulso carotídeo y radial.
- Presión venosa (véase cuadros 7 y 19).

CUADRO 18—Equivalente ventilatorio e índice de utilización de O<sub>2</sub> respirando aire en individuos expuestos\*

	País	Trama pulmonar normal	Trama pulmonar acentuada	Condición del individuo		
				I	Silicosis (fase) II	III
Equivalente ventilatorio	Bolivia	3.2	3.2	3.3	3.4	3.6
( $\bar{V}_E$ ml/min. BTPS/ $\bar{V}O_2$ ml/min. STPD)	Perú	3.96	4.20	3.76	3.65	—
Índice utilización oxígeno	Bolivia	35.0	34.0	31.0	31.0	25.0
( $\bar{V}O_2$ ml/min. STPD/ $\bar{V}_E$ l/min. BTPS)	Perú	25.48	23.70	27.00	27.25	—

\*Valores promedio obtenidos del cuadro 3 del trabajo del Perú.

g) Velocidad circulatoria (véase cuadros 7 y 19).

h) Examen del fondo del ojo.

i) Examen hematológico, incluyendo velocidad de sedimentación corregida para la eritrocitosis propia de la altura.

Próximamente se incluirán estudios hemodinámicos en los casos que lo requieran.

En el cuadro 19 se resumen algunos de los aspectos señalados, correspondientes a 166 mineros seleccionados entre 1,270 observaciones.

**CUADRO 19—Electrocardiograma, presión venosa y tiempo de circulación en 166 mineros estudiados a 3,650 metros sobre el nivel del mar, el 25% con sospecha de silicosis y el 75% portador de silicosis de grado variable (19.2% de este último grupo con aspecto de silicotuberculosis)\***

Electrocardiograma....	Normal	25.6%
	Patológico	74.4%
	P-R (promedio)	0.16" (0.12 a 0.28")
	Q-T (promedio)	0.38" (0.32 a 0.48")
Presión venosa promedio (mm Hg)...		13.9
Tiempo de circulación (segundos).....	Brazo lengua	19.0
	Brazo pulmón	5.7
	Pulmón lengua	10.9

\*Obtenido del texto y cuadros 9, 13 y 15 del trabajo de Tejerina (Bolivia).

Perú considera que las pruebas de esfuerzo sirven como buena medida de la capacidad funcional cardiopulmonar, y expone los resultados correspondientes a ventilación pulmonar, consumo de oxígeno, equivalente ventilatorio e índice de utilización de oxígeno (véase Glosario), en reposo, esfuerzo (marcha sobre una plataforma rodante a 6.4 km/hr) y durante la recuperación que sigue al esfuerzo. En el cuadro 20 se indican algunos de estos resultados.

El trabajo de Chile comunica una experiencia limitada en 31 silicosos, 12 de grado moderado y 19 de grado avanzado, en los que se realizó un estudio cardiológico sistemático. La exploración clínica aislada no reveló alteraciones. La radiología mostró signos de sobrecarga ventricular derecha en

**CUADRO 20—Valores promedio de ventilación pulmonar, consumo de oxígeno y equivalente ventilatorio en reposo, esfuerzo y recuperación en individuos expuestos con pulmón indemne y en silicosis en diferente fase evolutiva de la enfermedad\***

		Silicosis		
		Pulmón normal	I (Si)	II (Si)
Ventilación (l/min. BTPS)	Reposo.....	9.5	9.0	9.5
	Ejercicio.....	24.0	27.2	26.7
	Recuperación.....	12.5	10.0	11.7
Consumo O <sub>2</sub> (ml/min. STDP)	Reposo.....	260	290	310
	Ejercicio.....	630	670	700
	Recuperación.....	290	310	315
Equivalente	Reposo.....	3.7	3.1	3.1
	Ejercicio.....	3.8	4.1	3.8
	Recuperación.....	4.3	2.2	3.7

\*Obtenido del cuadro 6 del trabajo del Perú.

un 20% de los casos. El electrocardiograma en un 40.7% sugirió un corazón pulmonar crónico (onda P pulmonar en D2, D3 y aVF, eje eléctrico entre 90 y más 100 y rotación horaria con punta atrás). Concluye, lo mismo que el informe de Bolivia, que es indispensable llevar a cabo una adecuada exploración cardiovascular en los individuos expuestos a contraer silicosis.

#### RELACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CON LOS HALLAZGOS RADIOLÓGICOS

De las tres contribuciones al tema se desprende que no existe correlación perfecta entre el examen radiológico y los resultados de exploraciones funcionales.

El estudio de Bolivia señala que la relación entre pruebas de función pulmonar y resultados radiológicos puede estimarse en 71.1% (cuadro 21). Este porcentaje, de acuerdo con la experiencia de Tejerina, se eleva a un 84% cuando a los estudios pulmonares se agregan las exploraciones cardiovasculares.

Los trabajos del Perú y Chile no cuantifican la relación que existe entre los resultados radiológicos y las pruebas funcionales. Ambos se limitan a consignar que cuanto mayor sea el compromiso radiológico, mayores son las posibilidades de encontrar

CUADRO 21—Relación de los resultados de las pruebas funcionales con los hallazgos radiológicos en 166 mineros\*

Relación	No. de casos	Porcentaje
Sí.....	118	71.1
No.....	32	19.3
Intermedia.....	16	9.6

\*Obtenido de la gráfica 9 del trabajo de Salguero.

alteraciones funcionales, como se desprende de los cuadros 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19 y 20.

En relación con este punto se puede concluir que cuando no exista perfecta correlación entre radiología y pruebas funcionales cardiopulmonares, es indispensable el estudio integral de todo individuo expuesto a riesgo silicógeno. Por tanto, cuando se llevan a cabo estudios funcionales, es preciso acumular la experiencia necesaria a fin de establecer las desviaciones de la normal para cada una de las pruebas utilizadas; al mismo tiempo, se debe tener el pleno conocimiento de la historia natural de la enfermedad. Como ya se ha dicho anteriormente, los trabajos de Bolivia y Chile son partidarios de seguir las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1).

#### INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE SILICOSIS EN RELACIÓN A DIFERENTES ALTITUDES

Aunque ninguno de los trabajos sobre el tema analiza en detalle las pruebas de la función cardiopulmonar para cada una de las alturas señaladas (−1,000; 1,000-1,999; 2,000-2,999; 3,000-3,499; 3,500-3,999; + 4,000 metros), todos concuerdan en que los resultados deben referirse a la altura en que se realiza el estudio. Los valores descritos para diferentes alturas se resumen de acuerdo con las características

cardiopulmonares del hombre andino (véase pág. 32).

La información boliviana está basada en estudios realizados a alturas que sobrepasan 3,600 metros sobre el nivel del mar. Perú se refiere a estudios llevados a cabo en la costa y a 4,540 metros sobre el nivel del mar. Chile comunica resultados de espirometrías realizadas a 300, 580, 3,400 y 4,300 metros sobre el nivel del mar.

#### Referencias

- (1) Organización Internacional del Trabajo. *Respiratory Function Tests in Pneumoconioses* (Report and Related Papers of a Meeting of Experts). Ginebra, 1966.
- (2) Hurtado, A. "Animals in High Altitudes: Resident Man". En: *Handbook of Physiology* (Section 4, Adaptation to the Environment). Washington, D.C. American Physiological Society, pág. 843, 1964.
- (3) Organización Panamericana de la Salud. *Life at High Altitudes*. Publicación Científica 140. Washington, D.C., 1966.
- (4) Baldwin, E. de F., Cournand, A. y Richards, D. W. "Pulmonary Insufficiency. I. Physiological Classification, Clinical Methods of Analysis, Standard Values in Normal Subjects". *Medicine* 27:243, 1948.
- (5) Cosío, G. "Patogenia del corazón pulmonar crónico en trabajadores a gran altura". *Boletín de Salud Ocupacional* 7:3, 1962.
- (6) Pappenheimer, J. R., Comroe, J. H., Jr., Cournand, A., Ferguson, J. K. W., Filley, G. F., Fowler, W. S., Gray, J. S., Helmholtz, H. F., Otis, A. B., Rahn, H. y Riley, R. L. "Standardization of Definition and Symbols in Respiratory Physiology". *Fed Proc* 9:602, 1950.
- (7) Cotes, J. E. "Control of Respiration in Relation to Lung Pathology". En: *Ciba Foundation Symposium on Pulmonary Structure and Function*. Londres: Churchill, 1962.

(8) Astrand, P. O. y Rhyning, I. "A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity ("Physical Fitness") from Pulse Rate during Submaximal Work". *J Appl Physiol* 7:218, 1954.

(9) Wahlund, H. "Determination of Physical Working Capacity". *Acta Med Scand* 132: Suppl. 215, 1-78, 1948.

## GLOSARIO

### 1. Volumen pulmonar

El volumen de gas contenido en los pulmones a diferentes grados de expansión torácica se describe en términos que se definen de acuerdo a la recomendación de la Organización Internacional del Trabajo (1). Generalmente se expresan a temperatura del cuerpo (37°C) saturados con vapor de agua y a la presión barométrica a que fueron determinados (BTPS). Expresados en esta forma, los volúmenes que se miden en las condiciones imperantes a nivel del mar son comparables a los que se miden en la altura en condiciones ambientales diferentes. La expresión de volúmenes respiratorios a temperatura y presión barométrica normales (0 grado C y 760 mm Hg) secos (STPD) se reserva para el consumo de oxígeno y producción de CO<sub>2</sub> (7).

*Capacidad pulmonar total (CPT)*. Volumen de gas contenido en los pulmones al final de una inspiración máxima.

*Volumen residual (VR)*. Volumen de gas contenido en el pulmón al final de una espiración máxima.

*Capacidad vital (CV)*. Volumen de gas espirado después de una inspiración máxima. Si esta espiración se hace lo más rápidamente posible, se habla de *Capacidad vital forzada (CVF)*.

*Volumen corriente (V<sub>T</sub>; del inglés "tidal", que va y vuelve)*. Volumen de gas que

entra y sale de los pulmones durante la respiración habitual.

*Volumen de reserva inspiratoria (VRI)*. Volumen de gas inspirado por sobre V<sub>T</sub>.

*Volumen de reserva espiratoria (VRE)*. Volumen de gas espirado bajo V<sub>T</sub>.

*Capacidad funcional residual (CFR)*. Volumen de gas que permanece en el pulmón al final de una espiración normal; corresponde a la suma de VRE más VR.

### 2. Capacidad ventilatoria

Los volúmenes pulmonares expresados en función de tiempo corresponden a ventilación.

*Ventilación pulmonar total (V o V<sub>E</sub>)*. Volumen de gas espirado durante un tiempo determinado (volumen espiratorio). Se le expresa en litros/minuto (volumen minuto) y representa el producto de V<sub>T</sub> por la frecuencia respiratoria (f).

*Máxima ventilación voluntaria forzada (MVVF)* Volumen de gas movilizable por minuto respirando lo más rápida y profundamente posible.

*Volumen espiratorio forzado 1<sup>er</sup> segundo (VEF<sub>1</sub>)*. Volumen de gas espirado en un segundo a partir de una inspiración máxima durante la ejecución de la CVF. Se expresa en litros BTPS.

*Volumen espiratorio forzado % (VEF<sub>1</sub>/CVF x 100)*. Corresponde al VEF<sub>1</sub> expresado porcentualmente respecto a CVF. Se le conoce además como CV cronometrada o Índice de Tiffeneau.

### 3. Mecánica ventilatoria

*Presión transpulmonar*. Diferencia de presión entre la pleura (superficie del pulmón) y la entrada de la vía aérea. En posición sentada al final de una espiración normal, es inferior en 5 cm de H<sub>2</sub>O a la presión barométrica ambiente. La presión transpulmonar estática máxima se obtiene

en correspondencia con una inspiración máxima; normalmente es 29 cm de  $H_2O$  inferior a la presión barométrica ambiente.

*Adaptabilidad pulmonar.* Índice de distensibilidad del pulmón. Se expresa como un cambio de volumen pulmonar obtenido cuando la presión transpulmonar se modifica en 1 cm  $H_2O$ .

#### 4. Intercambio gaseoso pulmonar

Intercambio de gases entre la fase gaseosa y la líquida (sangre) a nivel de los millones de unidades funcionales del pulmón. Cada una de estas se encuentra formada por un saco alveolar con sus correspondientes ramificaciones capilares originadas por la arteria pulmonar.

*Trastorno de distribución.* Proviene de una mala repartición de  $V_T$  y/o del volumen expulsivo del ventrículo derecho a los millones de unidades funcionales del pulmón.

*Trastorno de difusión.* Resulta de una dificultad al paso de los gases respiratorios entre la fase gaseosa y la líquida, principalmente por aumento de la distancia entre ambas o por reducción del área de intercambio gaseoso.

#### 5. Otras pruebas

*Equivalente ventilatorio.* Resulta de dividir  $V_E$  en ml/min. BTPS, por consumo de oxígeno encontrado en ml/min. STPD. Se le conoce además con los nombres de equivalente respiratorio y ventilación específica.

*Índice de utilización de  $O_2$ .* Es lo inverso de lo anterior. Resulta de dividir consumo de  $O_2$  en ml/min. STPD, por  $V_E$  en litros/min. BTPS.

*Capacidad aeróbica.* Es el máximo consumo de oxígeno alcanzable por un individuo durante un ejercicio exhaustivo.

## TEMA V: EVALUACION DE INCAPACIDAD POR SILICOSIS\*

### ASPECTOS MEDICOS

#### CRITERIOS DE INCAPACIDAD FÍSICA Y DE GANANCIA

Entre los países participantes existe acuerdo en que la incapacidad física causada por silicosis representa un concepto biológico, vale decir, una afección estructural y funcional del organismo y que, como consecuencia de la inhalación de polvos silicógenos, compromete su capacidad para realizar actividades que demanden un esfuerzo físico. Los criterios para evaluar su magnitud son fundamentalmente clínico-radiológicos. Se recomienda, en todos los casos, considerar los criterios funcionales concomitantemente, ya que son los más objetivos y científicos y además, como lo expone Bolivia en su informe, permitirán demostrar las alteraciones pre-radiológicas. Sin embargo, se reconoce que son difíciles de generalizar ya que todavía no se cuenta con normas fisiológicas normales para las poblaciones expuestas en el medio ambiente en que trabajan, y se trata de técnicas complejas que requieren especialistas y equipo que son difíciles de conseguir.

Respecto a la incapacidad de ganancia, se consideró unánimemente que es consecuencia de la enfermedad, lo que la relaciona con la incapacidad física pero no necesariamente en forma paralela, ya que

esta forma de incapacidad acusa la influencia de factores no médicos.

Una vez hecho el diagnóstico de silicosis —enfermedad que evoluciona generalmente sin tendencia a la regresión y para la cual no existen actualmente medios terapéuticos específicos que permitan su curación—se indemniza o asigna una pensión al enfermo de acuerdo con las disposiciones legales vigentes en los tres países participantes. Esta conducta, que indirectamente tiende a un cambio en la ocupación del enfermo como medida profiláctica a fin de evitar su agravación, representa el reconocimiento de que la enfermedad produce invalidez o incapacidad permanente y total para trabajos con riesgo silicógeno, y en especial el trabajo minero, importante fuente de ingresos de la población trabajadora de estos países. En estas condiciones, un trabajador, aunque físicamente capacitado para trabajar, se ve forzado a desplazarse a labores de sueldo menor o, más aún, se ve imposibilitado de encontrar trabajo. Todo esto significa incapacidad de ganancia, con las consabidas repercusiones socioeconómicas, y que conviene considerar en futuras legislaciones laborales como las que se están preparando en Chile y en el Perú.

La conclusión que se desprende de los trabajos sobre el tema es que en los tres países se compensa a la enfermedad como tal, a la que, de acuerdo con criterios clínico-radiológicos, y en menor proporción

\* Resumen de los trabajos originales de los Dres. J. Salguero (Bolivia); M. Espinoza (Perú), y R. Silva (Chile).

funcionales, se le asignan grados de incapacidad física que regulan el monto de las indemnizaciones y pensiones. Sólo en Chile se reconoce que el criterio de incapacidad de ganancia influye en estos diferentes grados de incapacidad.

#### MÉTODOS PARA DETERMINAR LA INCAPACIDAD

##### *Radiológico*

El criterio radiológico, especialmente el radiográfico, es el que prevalece actualmente en la estimación de la incapacidad en silicosis, aunque en rigor este es un procedimiento diagnóstico de la enfermedad que permite además establecer la etapa evolutiva de ella. La confirmación radiográfica de la lesión anatómica en los pulmones permite pensar en la existencia de una afección funcional concomitante que disminuiría la capacidad física del enfermo; sin embargo, no siempre es posible demostrarlo mediante estudios funcionales, por muy completos que sean.

A falta de otros procedimientos que confirmen, en forma sencilla y de acuerdo a las posibilidades y necesidades, la enfermedad y en cierto modo el grado de afección anatómica, se han asignado a los hallazgos radiográficos cifras arbitrarias que señalan el grado de capacidad física del individuo, estableciendo un nexo entre enfermedad e invalidez, a pesar de la falta de paralelismo que existe entre grado de evolución radiológica de la silicosis y pruebas funcionales. En relación con esto se debe destacar el conocido hecho de que la radiografía tomada con este fin debe ser de tamaño normal y de óptima calidad e interpretada por personal competente teniendo en cuenta la historia ocupacional y todos los antecedentes clínicos y de laboratorio del caso.

Los tres países reconocen tres grados evolutivos de la enfermedad, determinados por el método radiográfico. Sin embargo, no existe, como sería conveniente, un cri-

terio uniforme sobre los porcentajes que se les debe asignar a cada una de estas etapas evolutivas. Mientras Bolivia señala 30.75 y 100% de incapacidad, Chile asigna para grados de compromiso comparables al 30.50 y 100% de incapacidad, respectivamente. Por otra parte Perú asigna un 50% al primer grado y un 75 y 100% a los grados siguientes.

Las tres ponencias consideran el nódulo silicótico, que se manifiesta radiográficamente por una sombra definida y de buena densidad, como el elemento diagnóstico fundamental. No obstante, las clasificaciones radiológicas en uso en los tres países son diferentes: \* Bolivia se rige por la Clasificación Internacional, Chile y Perú por clasificaciones nacionales. En principio, toda clasificación radiográfica que se utilice en problemas medicolegales debe ser sencilla y de fácil aplicación, al objeto de unificar los criterios de los médicos que participen y de facilitar el trámite legal.

##### *Clínico-funcional*

Aisladamente de un examen clínico lo más completo posible, incluyendo electrocardiograma y exámenes de laboratorio, este método puede proporcionar datos de gran valor en silicosis avanzada y en casos de silicotuberculosis; no obstante, suele ser completamente negativo en las etapas iniciales de la afección. Sin embargo, al igual que para el examen radiográfico, su interpretación debe hacerse teniendo en cuenta todos los antecedentes del caso. Entre estos últimos, los exámenes funcionales en reposo y durante esfuerzo son de primordial importancia para determinar el grado de incapacidad del individuo. † Como se ha expuesto anteriormente, estas son pruebas difíciles de generalizar, ya que no se cuenta con patrones fisiológicos normales para las características de las poblaciones trabaja-

\* Véase Tema III, págs. 27-31.

† Véase Tema IV, págs. 32-45.

doras en el medio ambiente en que laboran y no existe una prueba única simple. Por el contrario, una adecuada evaluación de la capacidad física exige la aplicación de numerosas pruebas que requieren un manejo especializado y equipos difíciles de encontrar en nuestro medio. Ahora bien, estos estudios se pueden realizar, como lo demuestran las contribuciones al Tema IV de este Seminario, que resumen los estudios de esta naturaleza realizados en laboratorios convenientemente equipados existentes en los Institutos de Salud Ocupacional de los tres países participantes.

En resumen, los tres países coinciden en que debe otorgarse debida importancia al método clínico funcional, que valora el grado de disminución de la capacidad física en general y la cardiopulmonar en particular, recomendando que se incluya un mínimo de pruebas funcionales, en lo posible sencillas, para las cuales se hayan establecido los patrones normales de acuerdo con las poblaciones que se van a examinar y teniendo en cuenta el medio ambiente en que trabajan.

### *Socioeconómico*

En vista de que por una parte no existe una relación rígida entre el grado de incapacidad física de trabajo, bien sea desde el punto de vista biológico, y como resultado de una lesión física o mental, causada por alteraciones orgánicas o funcionales del organismo humano, y de que por otro lado no existe el grado de capacidad de ganancia que este daño permite conservar, el sistema más justo sería determinar la incapacidad basándose en los aspectos socioeconómicos. Este procedimiento, además de evitar que el obrero continúe expuesto al riesgo silicógeno, tendría en cuenta otros factores como el tipo de labor, grado de especialización, edad y otros que están relacionados con el concepto de incapacidad de ganancia. Asimismo, habría que ajustar periódicamente

el monto de la indemnización de acuerdo con el salario que teóricamente el trabajador hubiera ganado si siguiera en el trabajo en que contrajo la enfermedad. Lamentablemente este método plantea problemas que dificultan mucho su aplicación debido a las condiciones legales existentes actualmente.

La creación de programas de rehabilitación nacional sería una medida paliativa, y al mismo tiempo complementaria de una legislación que se incline hacia la solución de las injusticias señaladas. En la actualidad, una vez indemnizado, el enfermo de silicosis es abandonado a su suerte. Un programa de rehabilitación y de reubicación, que estableciera bolsas de trabajo, convertiría a estos trabajadores en elementos útiles para sus familias y la sociedad, liberándolos de la oferta y demanda del mercado del trabajo, campo en el que compiten en desigualdad de condiciones.

### RELACIONES DE LOS CRITERIOS DE INCAPACIDAD CON LOS REGÍMENES DE PREVISIÓN

Perú no cuenta con un seguro que cubra una enfermedad ocupacional, a pesar de que existe una disposición legal que ordena a la Caja del Seguro Social que efectúe los cálculos actuariales para su establecimiento.

El Instituto de Salud Ocupacional del Perú es la entidad encargada de efectuar el diagnóstico de silicosis y establecer el grado de incapacidad. El pago de la indemnización está totalmente a cargo de la empresa. El grado de incapacidad se expresa en términos de porcentaje en relación con el grado de evolución radiográfica de la enfermedad. De acuerdo con dicho porcentaje, y a base del 70% del salario anual, se abona la indemnización como renta vitalicia. Aunque la legislación laboral del país tiende a proteger al trabajador, de acuerdo con la política de proteger al más débil, en la práctica las reclamaciones de los traba-



jadores se hacen con demora. Por lo tanto, para percibir una indemnización, un trabajador enfermo tiene que recurrir a los juzgados de trabajo y cumplir diversos trámites entre los cuales está un examen médico pericial en el Instituto de Salud Ocupacional. Actualmente se está generalizando el pago de indemnizaciones por enfermedad ocupacional mediante trato directo entre empresario y trabajador en forma de una suma alzada, como "redención", pero siempre con la intervención del juez para darle valor legal.

El sistema de seguro contra riesgos profesionales en Bolivia es obligatorio y estatal. En Chile lo es facultativo y competitivo, discutiéndose actualmente en el Parlamento una ley de seguro obligatorio para accidentes y enfermedades profesionales.\* De la lectura de los informes se desprende que en los tres países los trabajadores tienen que pasar por los inconvenientes del trámite burocrático para cobrar su indemnización. La posibilidad de simplificar los trámites en las reclamaciones significaría el logro de uno de los objetivos de la legislación social.

El Perú considera que el contar con un registro central de todos los trabajadores expuestos al riesgo silicógeno proporcionaría la información necesaria sobre los antecedentes ocupacionales indispensables, a fin de establecer la relación entre enfermedad y ocupación y delimitar de inmediato la responsabilidad económica. Con estos elementos de juicio, en caso de enfermedad profesional, una entidad encargada de administrar los fondos de una Caja de Pensiones estaría en condiciones de ordenar un pago inmediato, girando contra un fondo disponible a cargo de la Caja de Pensiones de Accidentes y Enfermedades Ocupacionales. Este fondo estaría constituido por una contribución variable de las empresas,

según el número de trabajadores expuestos al riesgo de silicosis y el número anual de casos indemnizados. Como un estímulo para los empresarios, bien podría ajustarse la cotización mensual a este fondo, parecida a la que se paga por accidentes, basándose en el riesgo existente en los centros laborales y de acuerdo con el número de enfermos que se indemnice anualmente. En Bolivia no se da indemnización, sino pensión o renta vitalicia de acuerdo con el grado de incapacidad (incapacidad permanente parcial o permanente total). En Chile la pensión es vitalicia en casos de incapacidad permanente total o en casos de incapacidad permanente parcial con más de un 50% de incapacidad. En casos de incapacidades menores a un 50% se da una indemnización.

De los datos suministrados por los países informantes se percibe que el monto de la indemnización por este infortunio es baja. Aun en Chile, donde se han logrado grandes avances sociales, este varía entre un 30 y un 40% del salario percibido en los dos últimos años para las fases I y II de la enfermedad. En dinero esto representa EUA \$388 anuales; esta es una suma exigua, como lo hace notar Chile en su informe ya que ella no constituye un capital suficiente como para instalar un pequeño negocio que permita subsistir al trabajador indemnizado. En consecuencia, se plantean las siguientes interrogantes que merecen una respuesta adecuada: ¿Qué representa para el trabajador enfermo una renta de 30 ó 40% de su salario, después de 10 ó 15 años de labor? ¿Qué porvenir le espera? ¿Cuál es su capacidad de ganancia?

Del estudio de los cuadros que presenta Bolivia en su informe se puede ver que la situación parece ser todavía más crítica debido a que las obligaciones económicas del seguro han crecido aproximadamente un 49.2% en los últimos cinco años, lo que representa un aumento considerable.

En el Perú, existe el sistema de "reden-

\* Ya aprobada y promulgada con fecha 1 de febrero de 1968, como Ley No. 16.744.

ción", que consiste en pagar ante el juez dos años de salario, suma que representa la máxima indemnización que la empresa paga por el último grado de evolución de la enfermedad, con lo que el trabajador, en el mejor de los casos, sólo puede obtener una indemnización de 40,000 soles (algo menos de EUA \$1,000 al cambio actual). Cuando se llega a un acuerdo entre las partes, es posible obtener la "redención" máxima independientemente del grado evolutivo de la enfermedad que padece el trabajador.

Con objeto de obligar a las empresas a mejorar las condiciones ambientales de trabajo, se ha insistido en la necesidad de elevar el monto de las indemnizaciones, medida que aunque es necesaria no debe ser la única. Paralelamente a la elevación del monto de las indemnizaciones es preciso insistir en la aplicación de medidas de salud ocupacional en las empresas, y demostrar los beneficios que significarán tanto para la empresa como para el trabajador.

#### REPERCUSIONES SOCIALES Y ECONÓMICAS POR LA APLICACIÓN DE ESTOS MÉTODOS Y CRITERIOS

La silicosis representa una de las enfermedades ocupacionales más prevalentes en las industrias que emplean o manipulan materiales que contienen sílice libre y que al mismo tiempo crean ambientes polvorientos. La industria minera, particularmente polvorienta, ha sido y sigue siendo una de las fuentes principales de esta enfermedad ocupacional que, sin discriminación de raza ni edad, se presenta generalmente en el período más productivo de la vida del trabajador. Por esta razón, la invalidez que ocasiona la silicosis representa un hecho de gran repercusión social ya que frustra las aspiraciones económicas del que la padece, con las tristes consecuencias que tiene para su bienestar y el de su familia. Al perder su capacidad de ganancia, el trabajador queda en calidad de desocupado

abandonado a su suerte, creando un problema social para el Estado.

En el Perú los trabajadores mineros en su origen son agricultores. Fácilmente se integran a los núcleos humanos que laboran en los centros mineros, donde muchas veces disfrutaban de mejores condiciones de vida y de un ingreso económico que no es posible obtener del trabajo agrícola, y la familia se adapta fácilmente al medio. En estas condiciones, el obrero enfermo de silicosis, al ser despedido del trabajo, tiende a desplazarse a los grandes centros poblados en busca de un ingreso económico y condiciones de vida similares a los que tenía en la empresa minera, creando los consiguientes problemas sociales cuando no logra alcanzar sus aspiraciones.

Muchas de las labores mineras constituyen actividades especializadas a veces únicas, razón por la cual el trabajador minero desplazado por causa de la enfermedad no puede emplear sus conocimientos y experiencia en otras industrias. Como corolario, el primer intento del minero en estas condiciones es trabajar por "contrato" en minas pequeñas donde las disposiciones legales que protegen la salud del trabajador no se cumplen y las condiciones de trabajo son precarias.

En su informe, Bolivia describe el cuadro desolador del minero enfermo de silicosis que mellado, moral y económicamente, tiene que aceptar la responsabilidad de los trabajos del hogar, en tanto que la esposa tiene que buscar el sustento de la familia.

Chile informa también que, aunque la compensación por silicosis ha sido adecuada, desde el punto de vista socioeconómico, a la realidad del país, en la práctica se ha demostrado que tiene repercusiones negativas muy importantes. Basándose solamente en la incapacidad resultante del reconocimiento de las fases iniciales de la enfermedad, se impide trabajar a obreros que tienen una buena capacidad física para

otro trabajo y que podrían mantenerse activos por mucho tiempo en faenas sin riesgo. Esta circunstancia hace que el obrero oculte su enfermedad y evite exámenes radiológicos de control que le obligarían a abandonar su trabajo.

El silicoso es rechazado en todo centro donde solicita trabajo por el temor de la empresa de asumir una responsabilidad económica que en verdad no tiene. En ciertos casos se llega al extremo de rechazar a los trabajadores con antecedentes ocupacionales de minero y en los que la radiografía muestra acentuación de la trama broncovascular.

Las empresas tienden a despedir a los obreros que sufren silicosis inicial y así se evitan los pagos elevados de indemnización que tendrán que hacer cuando la enfermedad progrese. Este problema podría ser en parte resuelto si se indemnizara al silicoso con el mismo monto, independientemente del grado de evolución de la enfermedad. En esta forma el trabajador estaría en libertad de seguir laborando mientras recibe la atención médica a que tiene derecho y la empresa seguiría contando con un trabajador entrenado, sin desmedro de la producción. Por otra parte liberaría al trabajador y a su familia de las angustias económicas que ocasiona el despido.

Lo anterior permite ver las repercusiones económicas que causa esta enfermedad, derivadas de los costos directos (pago de indemnizaciones y pensiones, hospitalizaciones, tratamiento de complicaciones) y de los costos indirectos (salarios perdidos, pérdida de trabajadores entrenados, costo del adiestramiento de nuevos trabajadores, salarios no percibidos por los enfermos que quedan incapacitados a edad temprana) a lo que hay que agregar el desmedro de la producción y de la moral de los trabajadores. Como ilustración del impacto económico producido por la silicosis en la economía de un país y considerando sólo los costos directos, Bolivia informa haber

pagado la suma de EUA\$28,793,000 entre 1953 y 1967, Chile EUA\$381,600 anuales por los mismos conceptos y el Perú aproximadamente EUA\$3,405,900 entre 1948 y 1965. En lo que respecta a este último país, esta suma corresponde sólo al pago de 4,531 reclamaciones de indemnización basados en el sistema de redención de 10,000 soles hasta 1962\* y 40,000 soles a partir de 1963.† Si a estas sumas se añaden los costos indirectos, es fácil imaginar lo que la silicosis representa económicamente para los países que afrontan este problema.

Cualquier empresa que analice cuidadosamente estas cifras comprenderá la gravedad del problema y tendrá interés en solucionarlo. Sin embargo, los programas que se inicien para controlar estos riesgos, ya sea desde el punto de vista ambiental o del individuo, deben ser estudiados con todo cuidado para que permitan alcanzar los resultados deseados sin incurrir en gastos innecesarios.

#### CRITERIO DE INCAPACIDAD EN SILICOTUBERCULOSIS

La legislación peruana reconoce la silicotuberculosis como una enfermedad ocupacional complicada e indemnizable con incapacidad total y permanente. Este criterio está basado en que la silicosis, al complicarse con la tuberculosis u otra dolencia, agrava la incapacidad del individuo y de ninguna manera libera al empresario de la obligación que tiene de indemnizar al afectado por la enfermedad ocupacional que ha contraído en su servicio.

Si el obrero está asegurado en la Caja del Seguro Social, la tuberculosis es tratada, manteniéndosele un salario equivalente al 70% de su jornal durante el tiempo que dura el tratamiento. Si se cura de la tuber-

\* Salario anual máximo hasta octubre de 1962, 5,000 soles.

† Salario anual máximo a partir de octubre de 1962, 20,000 soles.

culosis, puede ser indemnizado según el grado de evolución de la silicosis o, si esto conviene a sus intereses, permanecer en la empresa en una ocupación sin riesgo.

La legislación chilena contiene disposiciones parecidas; el trabajador tuberculoso recibe el 100% de su jornal mientras dura el tratamiento. Dichos pagos corren por cuenta del Seguro Social; sin embargo, surgen inconvenientes cuando la silicosis es inicial y ocasiona una incapacidad entre un 30 y un 40%, y al ser curada la tuberculosis se suspende el pago de la asignación. En esas condiciones, el trabajador deja de recibir su subsidio y, al no ser indemnizado por silicosis, recibe sólo una indemnización equivalente al 30 ó 40% del salario que ha recibido durante los dos últimos años.

Bolivia no informa si la legislación del país considera que existe incapacidad total en los casos de silicotuberculosis. Opina, sin embargo, que debe ser considerada como tal, recomendando que el enfermo sea debidamente controlado por los servicios médicosociales del país.

Los tres países plantean las dificultades que presenta el diagnóstico de la silicotuberculosis. En la mayoría de los casos el diagnóstico es sólo clínico y radiológico, sin la confirmación bacteriológica que significa el hallazgo, en exámenes repetidos, del bacilo de Koch en el esputo o en la secreción bronquial. En estos casos, se debe tratar primero al paciente y luego, de acuerdo con la evolución radiográfica y clínica del caso, formular el diagnóstico final.

## TEMA VI: EPIDEMIOLOGIA DE LA SILICOSIS\*

---

### ASPECTOS MEDICOS

#### INTRODUCCIÓN

En el estudio epidemiológico de una enfermedad se deben tener en cuenta los tres factores clásicos: el agente, el ambiente y el huésped. Múltiples variables propias a cada uno de estos factores condicionan la aparición de la enfermedad. En el caso de la silicosis, para nombrar algunas, se refieren al agente, la composición del polvo, número y tamaño de las partículas y tiempo de exposición al riesgo; al ambiente, la humedad, temperatura, altitud y ventilación; al agente, la reacción individual, y al huésped la resistencia o susceptibilidad y factores condicionantes y agravantes. En este tema se analizará el huésped, que es factor objetivo en un estudio epidemiológico, y los factores agente y ambiente, tratados en los Temas I y II, serán citados sólo en su relación con la epidemiología de la enfermedad.

*Agente y ambiente.* Existen dos métodos para determinarlos: en uno se utiliza el registro de las características del polvo y del ambiente en las diferentes labores, y en el otro, de tipo clínico, se infiere de la cuantía del riesgo de acuerdo con la historia ocupacional. El primero es el más fidedigno, pero difícil de mantener a lo largo de los años de exposición de un trabajador en una o varias empresas. El segundo da los ele-

mentos de juicio basados en la experiencia, lo que ha permitido establecer que determinados trabajos y operaciones son fuentes del riesgo que condiciona la enfermedad, aun cuando presenten variaciones en el tiempo, especialmente en su menor peligrosidad a medida que se implantan las medidas preventivas. A veces cuando se dispone de la *información simultánea*, se pueden usar ambos métodos en forma mixta.

Sin embargo, en países en desarrollo, ambos métodos son generalmente incompletos. En lo ambiental, pocas son las empresas o los registros de los servicios gubernamentales que mantienen una medición adecuada del riesgo por lapsos prolongados de manera que puedan permitir observar el cambio o estabilización del agente. En el aspecto clínico, y especialmente en el de la exposición, los antecedentes se basan en general en lo que el trabajador declara, con excepción de los registros de las grandes empresas o de los registros de los seguros sociales que acreditan que se ha trabajado por tal tiempo en tales empresas y tales operaciones. Son muy corrientes los casos de los trabajadores que narran una historia ocupacional que no puede ser confirmada retrospectivamente, ya que han pasado por varias empresas, pequeñas o medianas, en las que no se hicieron mediciones del riesgo y que se infiere por la tanto por sus consecuencias.

---

\* Resumen de los trabajos presentados por los Dres. A. Gumiel (Bolivia); H. Oyanguren (Chile), y J. Ferrándiz (Perú).

*Huésped.* La manifestación de la enfermedad se trata en el Tema III. Lo mismo que en otras enfermedades, los factores condicionantes que presentan los casos susceptibles se podrían analizar desde el punto de vista epidemiológico. Sin embargo, estos factores distan mucho de estar resueltos en la silicosis ya que todavía están en la etapa de la investigación experimental y clínica. En consecuencia, habrá de limitarse a las manifestaciones de la enfermedad, que para estos efectos son fundamentalmente radiológicas.

#### MATERIAL Y MÉTODO

##### *Tipos de empresas analizadas*

Los tipos de empresas a que se refieren los informes de Bolivia, Chile y Perú son diferentes. Con un predominio de la minería sobre la industria, los países participantes citan la siguiente distribución en orden de importancia económica:

*Bolivia.* Minería metálica: estaño, zinc, plomo, cobre, plata y oro.

*Chile.* Minería metálica: cobre, hierro, manganeso, plata, oro, plomo y molibdeno; minería no metálica: salitre, carbón y calita; industria: cerámica, fundiciones, cemento y vidrio.

*Perú.* Minería metálica: plomo, plata, cobre, zinc, oro, vanadio y tungsteno; minería no metálica: carbón, cemento y canteras.

La localización de estas empresas de acuerdo a la altitud es variable:

*Bolivia.* Minas metálicas: la mayor parte situadas por sobre los 3,600 metros sobre el nivel del mar.

*Chile.* Minas metálicas: entre 1,000 a 3,000 metros, en las que labora el 80% de los mineros del país; minas no metálicas: desde 915 metros bajo el nivel del mar (carbón) a 5,000 metros sobre el nivel del mar

(azufreras), la mayoría entre 0 y 1,000 metros; industria: entre el nivel del mar y un promedio de 500 metros de altura.

*Perú.* Minería metálica: desde menos de 2,000 a más de 4,000 metros sobre el nivel del mar.

##### *Período del estudio*

Los períodos de tiempo que comprende el material estudiado fueron diferentes: Bolivia: del 1 de enero de 1964 al 31 de diciembre de 1966; Chile: de 1956 a 1966, y Perú: de 1949 a 1966.

##### *Población examinada*

En el trabajo boliviano se describe un programa de investigación que se inició el 1 de enero de 1964 y que incluyó a 17,550 individuos en 16 minas. Para los efectos del estudio, se tomaron 11,709 casos correspondientes a seis empresas, de los cuales se tenía información completa. Esto significó el 94% de 12,491 obreros en planilla. Los estudios chileno y peruano no indican el porcentaje del total de la población minera o industrial examinada. El trabajo peruano comprendió 91 minas metálicas y ocho no metálicas, junto con la manufactura de productos minerales no metálicos. El informe chileno se refiere a siete empresas de minas metálicas, siete de minería no metálica y 14 empresas industriales. La distribución se indica en el cuadro 1.

CUADRO 1—Distribución de la población de obreros examinados en la investigación de silicosis

País	Personas examinadas			Industria
	Minería total	Minería metálica	Minería no metálica	
Bolivia.....	11,709	11,709	—	—
Chile.....	13,516	6,349	7,167	7,381
Perú.....	32,498	30,261	2,237	—

### *Procedimiento radiológico*

El procedimiento radiológico empleado por los tres países también es diferente. El trabajo boliviano trata sólo de la radiografía estándar y se utiliza en escala muy reducida la radiografía portátil a base de una fuente radiactiva de Iterbio 169. Chile informa que emplea la radiografía estándar cuando es posible contar con ella, como es el caso del catastro radiográfico que realizaron las grandes empresas mineras a que se refiere el estudio; en cambio se aplica el procedimiento mixto de fotofluorografía (70 x 70 mm), seguida de radiografía normal en los casos que demuestran lesiones en los estudios de diferentes localidades mineras e industriales; este procedimiento se lleva a cabo con un equipo móvil de rayos X que toma ambos tipos de radiografías y que, desde 1964, está equipado con cámara Odelca. Perú presenta dos etapas: en una se utiliza la radiografía normal y comprende desde 1949 a 1960, y la otra, que se emplea desde marzo de 1960, es el procedimiento mixto de fotofluorografía y radiografía y se aplica en todos los casos que demuestren patología o sospecha de ella. Tanto en el trabajo chileno como en el peruano se estima que el uso de la fotofluorografía obedece a la posibilidad de una mayor expansión del programa ya que su uso es permisible dentro de las limitaciones económicas del país; desde luego, es necesario que el personal médico encargado de valorar este procedimiento posea la suficiente experiencia y sea competente.

### *Clasificación radiológica*

Bolivia informa que ha usado la Clasificación Internacional Radiológica de Neumoconiosis propuesta en 1958 por la OIT, que ha sido aprobada con algunas modificaciones por el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de América. Chile y Perú usan las clasificaciones nacionales,

que son muy semejantes en sus tres grados de silicosis y el grado de silicotuberculosis. Por consiguiente en estas condiciones es difícil presentar resultados comparativos.\*

### *FRECUENCIA DE LA SILICOSIS*

El análisis de las variables que se detallan a continuación se refiere casi exclusivamente a la minería metálica. La silicosis en la minería no metálica y en la industria será analizada separadamente.

#### *Tipo de industria o empresa*

De acuerdo con los tipos de empresa y población examinada, la frecuencia de la silicosis en los tres países, expresada como prevalencia, aparece en el cuadro 2.

La corporación minera de Cerro de Pasco, del Perú (minas metálicas de cobre, plomo, zinc, plata y tungsteno), con un total de 15,954 trabajadores (13,545 obreros, 1,894 empleados y 515 supervisores), tiene una prevalencia promedio de 2.34% en cinco campamentos situados a más de 4,000 metros sobre el nivel del mar.

#### *Sitio o lugar de trabajo*

Se analizarán dos variables, una referente a la población examinada y otra al número de silicosos.

a) Población examinada (cuadro 3). Para los efectos de la presentación se separan los dos rubros principales de las empresas mineras en los tres países, determinándose si son actividades de subsuelo o de superficie.

*Comentario.* Llama la atención la desigual distribución de faenas en el subsuelo y la superficie en los tres países, que es notoria en el sector de la minería metálica a pesar de que la mayor parte de las empresas son subterráneas.

b) Silicosos (cuadro 4). El número de silicosos fue analizado también en su rela-

\* Véase Examen radiológico, pág. 28.

CUADRO 2—Prevalencia de la silicosis según tipo de empresa

País	Minería total		Minería metálica		Minería no metálica		Industria	
	No. de casos	Prev.	No. de casos	Prev.	No. de casos	Prev.	No. de casos	Prev.
Bolivia.....	2,991	25.5%	2,991	25.5%	—	—	—	—
Chile.....	686	5.1%	268	4.2%	418	5.8%	284	3.8%
Perú.....	1,313	4.0%	1,134	3.7%	179	8.0%	—	—

CUADRO 3—Distribución de la población de mineros examinados en la investigación de silicosis según el sitio de trabajo

Tipo de minería	Bolivia		Chile		Perú	
Minería total.....	11,709	100.0%	12,888*	100.0%	32,498	100.0%
Subsuelo.....	4,414	37.6	6,214	48.2	24,000	73.8
Superficie.....	7,295	62.4	6,674	51.8	8,498	26.2
Minería metálica.....	11,709	100.0%	6,349*	100.0%	30,261	100.0%
Subsuelo.....	4,414	37.6	3,411	59.5	22,646	74.8
Superficie.....	7,295	62.4	2,938	40.5	7,615	25.2
Minería no metálica.....	—	—	7,167	100.0%	2,237	100.0%
Subsuelo.....	—	—	2,803	39.0	1,354	60.5
Superficie.....	—	—	4,364	61.0	883	39.5

\* En las cifras de la minería total y minería metálica no se han incluido 628 obreros de la minería del hierro, debido a que no se disponía de información completa.

ción con la ocupación principal (Bolivia) o la ocupación presente (Chile y Perú).

*Comentario.* Igualmente llama la atención el alto porcentaje de silicosis procedente de las faenas en el subsuelo según el trabajo peruano, en comparación a la experiencia boliviana y chilena. La prevalencia boliviana es más alta para las faenas de subsuelo, siendo prácticamente iguales la peruana y la chilena para ambas procedencias. Parece ser que el criterio de calificación de faenas de subsuelo y de superficie no es homogéneo y que pesen en el análisis las diferencias de criterio de ocupación principal y presente, junto con los antecedentes de trabajos anteriores.

#### Ocupación

Para el análisis de este aspecto Bolivia y Perú se basan en el criterio de "Ocupación

CUADRO 4—Distribución y prevalencia de los casos de silicosis, según el trabajo (ocupación actual)

	Bolivia	Chile	Perú
Total:			
Obreros.....	11,709	4,000*	32,498
Silicosos.....	2,991	203	1,313
Prevalencia.....	25.5%	5.1%	4.0%
Subsuelo:			
Obreros.....	4,414	2,310	24,000
Silicosos.....	1,736	112	1,281
Prevalencia.....	39.3%	4.9%	5.3%
Superficie:			
Obreros.....	7,295	1,690	8,498
Silicosos.....	1,255	91	32
Prevalencia.....	17.2%	5.4%	0.4%

\* Incluye sólo los casos de la Gran Minería del Cobre, únicos para los cuales se disponía de datos suficientes.

principal"; el informe boliviano la define como "el mayor tiempo en determinado tipo de trabajo desarrollado por el minero" y el peruano, como "la que haya desempeñado el silicoso por un tiempo mayor del 50% del tiempo total de trabajo y se han asimilado



a ella las ocupaciones secundarias o semejantes en razón del riesgo . . .". Chile no da información sobre este asunto.

A continuación se analiza la ocupación respecto a los trabajadores y a los silicosos.

a) *Población examinada.* El trabajo boliviano informa lo siguiente de 11,709 obreros:

<i>Interior mina:</i>	45.0%
Frente explot.	10.0%
Transporte	17.5%
Manuten. y constr.	7.5%
Diversos	10.0%
<i>Superficie:</i>	55.0%
Transporte	3.5%
Manuten. y constr.	13.4%
Ingenio	16.8%
Diversos	13.5%
Empleados	7.8%

El trabajo peruano cita las siguientes ocupaciones de 32,494 obreros:

Perforista	12.0%
Enmaderador	4.8%
Capataz y vigilante	5.1%
Lampero	14.7%
Carrero	2.5%
Otras	60.9%

b) *Silicosos.* Se analizan los porcentajes de silicosos según sus respectivas ocupaciones y la tasa de prevalencia en cada una de ellas. El trabajo boliviano da los siguientes datos sobre 2,991 silicosos:

	% Casos	Prevalencia (%)
<i>Interior mina:</i>	67.0	38.0
Frente explot.	16.6	41.3
Transportes	30.0	42.0
Manuten. y constr.	11.0	76.0
Diversos	9.4	18.6
<i>Superficie:</i>	33.0	15.3
Transportes	1.6	30.2
Manuten. y constr.	9.4	19.2
Ingenio	13.7	24.0
Diversos	5.8	8.5
Empleados	2.5	6.5

El trabajo peruano sobre 1,134 silicosos informa lo siguiente:

	% Casos	Prevalencia (%)
<i>Rubro:</i>		
Perforista	55.5	18.5
Enmaderador	18.7	15.8
Capataz y vigil.	14.7	11.6
Lampero	6.2	1.7
Carrero	2.8	4.6
Otras	2.6	0.2

*Comentario.* Ambas experiencias, aunque no son comparables por el diferente criterio de calificación, presentan los porcentajes de diferentes ocupaciones y las prevalencias que cada grupo muestra de acuerdo a la ocupación principal. Las altas tasas de ciertas ocupaciones del informe boliviano serán comentadas bajo el subtítulo "Antecedentes de trabajos anteriores", pág. 58.

#### *Tiempo de exposición*

El tiempo de exposición al riesgo fue analizado con el criterio de ocupación principal en el trabajo boliviano y de ocupación actual en los trabajos chileno y peruano. Se considera por separado la población expuesta (cuadro 5) y los casos de silicosis (cuadro 6).

#### a) *Población expuesta*

CUADRO 5—*Distribución de la población expuesta al riesgo de silicosis, por períodos de exposición*

Período de exposición (años)	Bolivia	Chile	Perú
Menos de 5. . . . .	49.8%	26.7%	59.6%
5 a 9. . . . .	18.3%	34.4%	22.7%
10 a 14. . . . .	16.4%	18.1%	10.1%
15 a 19. . . . .	5.6%	9.6%	4.3%
20 a 29. . . . .	7.5%	9.1%	1.8%
30 y más. . . . .	3.1%	2.1%	1.5%
No. de casos. . . .	11,709	4,000	32,498

*Comentario.* Se observa una diferencia en los períodos de exposición al riesgo entre Chile por una parte y Bolivia y Perú por otra, en el sentido de que es mayor el tiempo

de exposición en la muestra analizada correspondiente a la Gran Minería del Cobre de Chile.

b) *Silicosos*

CUADRO 6—*Distribución de los casos de silicosis por periodos de exposición y prevalencia en cada período*

Período de exposición (años)	Bolivia 2,991		Chile 203		Perú 1,313	
	%	Preval.	%	Preval.	%	Preval.
Menos de 5...	14.4	9.8	1.0	0.3	19.0	1.3
5-9.....	26.3	33.5	10.4	3.3	24.6	4.4
10-14.....	26.3	33.5	12.3	3.5	29.7	11.9
15-19.....	13.3	36.1	22.0	11.9	18.4	12.6
20 y más.....	19.7	38.8	53.7	24.5	13.3	16.2

*Comentario.* En los trabajos boliviano y peruano se citan altos porcentajes de silicosos en los períodos iniciales de exposición. Las tasas en los tres países aumentan en proporción al tiempo de exposición, hecho que se hace más notorio en Chile, que presenta una gran diferencia entre períodos de exposición cortos y prolongados.

*Edad*

Al igual que en los aspectos examinados anteriormente, el análisis se hizo por separado para la población expuesta y los casos de silicosis, relacionando al mismo tiempo la edad con las prevalencias.

a) *Población expuesta*

CUADRO 7—*Distribución porcentual de la población expuesta al riesgo de silicosis según edad*

Grupo de edad (años)	Bolivia (11,709)*	Chile (4,000)*	Perú (32,498)*
Menos de 20....	2.2	0.5	10.2
20 a 29.....	30.7	37.1	49.8
30 a 39.....	34.5	39.1	25.4
40 a 49.....	21.2	15.6	10.3
50 y más.....	11.4	7.7	4.3

\*Cifra entre paréntesis indica la población expuesta en cada país.

*Comentario.* La población estudiada en el informe peruano es más joven que las de los otros dos países.

b) *Silicosos.* El trabajo chileno no aporta datos al respecto.

CUADRO 8—*Distribución porcentual de los casos de silicosis según edad y prevalencia en cada grupo*

Grupos de edad (años)	Bolivia (2,991)*		Perú (1,313)*	
	D.P.	Preval. (%)	D.P.	Preval. (%)
Menos de 20.....	0.5	6.1	0.0	0.0
20 a 29.....	15.7	13.1	22.5	1.8
30 a 39.....	38.2	28.6	39.8	6.3
40 a 49.....	30.0	36.4	27.8	10.8
50 y más.....	15.6	34.7	9.9	9.3

\*No. de casos desquibiertos.

*Comentario.* A pesar de la diferente distribución por edad entre la experiencia de Bolivia y Perú, la distribución de los silicosos por grupos de edad es muy semejante entre ambos países. Las prevalencias siguen la misma tendencia observada con respecto al tiempo de exposición (cuadro 6).

*Antecedentes de trabajos anteriores*

Los informes de Bolivia y Chile analizan este tema de diferente manera. El trabajo peruano no aporta análisis.

a) *Bolivia.* La experiencia boliviana se resume en el cuadro 9.

En el trabajo original (cuadro 14) se observa en forma más evidente que las prevalencias más altas correspondieron a obreros cuya ocupación principal había sido en el frente de explotación (perforación, transporte, manutención y construcción), sin que influyera mayormente su ocupación actual, ya fuera en el interior de la mina o en la superficie. Esto refleja la práctica de transferir trabajadores desde el interior de la mina a la superficie, lo que cubre una cuarta parte de los casos con ocupación principal en la mina.

CUADRO 9—Número de obreros y prevalencia de silicosis según ocupación actual comparada con ocupación principal (6 minas)

Rubro	Ocupación principal		Ocupación actual			
			Interior mina		Superficie	
<b>Total:</b>						
Obreros.....	11,709	100.0%	4,414	37.7%	7,295	62.3%
Silicosos.....	2,991	25.5	1,736	39.3	1,255	17.2
<b>Interior mina:</b>						
Obreros.....	5,307	45.3%	3,912	33.2%	1,395	11.9%
Silicosos.....	2,094	39.4	1,556	39.4	538	38.5
<b>Superficie:</b>						
Obreros.....	6,402	54.7%	502	4.3%	5,900	50.4%
Silicosos.....	897	14.0	180	35.8	717	12.1

Por consiguiente, se deduce por los antecedentes de trabajo interior de la mina, que las prevalencias más altas dependen más bien de la ocupación principal que de la actual.

Las tasas más bajas se observan en los trabajadores de superficie que continuaron en la misma labor, lo que corresponde a los nueve décimos de ocupación principal en superficie.

b) *Chile*. La experiencia se reduce a lo observado en 4,000 trabajadores de la Gran Minería del Cobre, que compara la prevalencia en tres empresas con los antecedentes de trabajos anteriores en otras empresas mineras. El detalle es el siguiente:

Empresa A Prevalencia 3.3% Antecedentes 0.15%  
 Empresa B Prevalencia 7.7% Antecedentes 20.0%  
 Empresa C Prevalencia 6.0% Antecedentes 22.0%

En esta comparación es difícil evaluar la influencia que pudieran tener los antecedentes de trabajos anteriores porque los programas preventivos eran diferentes, así como la composición por tiempo de exposición y grupos de edad.

#### Magnitud del riesgo

Los tres informes analizan el problema de manera diferente:

a) *Bolivia*. Aunque no se cuantifica el riesgo en el trabajo se establece que es uniforme dentro de la mina y que la alta preva-

lencia en los obreros de superficie depende del traslado o del registro en planillas para actividades que significan entrada y salida constante en la mina (carreros y motoristas).

b) *Chile*. Tampoco se cuantifica el riesgo pero se anota lo observado en la Gran Minería del Cobre. La empresa A tiene un programa con riesgos bien controlados, mientras que las empresas B y C no tienen programas tan buenos. Sin embargo, hay otros factores, ya citados bajo el título "Antecedentes de trabajos anteriores" (pág. 58), que hacen incomparable la evaluación.

c) *Perú*. Se citan algunas experiencias, entre ellas la de 1965 en 35 minas (41.1% de las minas metálicas estudiadas), de las cuales el 80% estaba situado a más de 4,000 metros sobre el nivel del mar. El 85% de estas minas tenía concentraciones ambientales por debajo de los límites permisibles vigentes hasta 1962, y el 40% dentro de los límites establecidos en 1962. En los gráficos 3 y 4 del trabajo original se observa que, al tratar de relacionar los promedios de las concentraciones ambientales con las prevalencias de silicosis en cada mina, hay una correlación dentro de rangos muy amplios. Esto indica que si bien las determinaciones de los límites máximos permisibles son marcos adecuados de referencia para el control de los ambientes de trabajo, los

resultados de la evaluación de los efectos del agente en el huésped son más reales.

Perú en su informe manifiesta que también es necesario tomar en cuenta el factor altitud, ya que con frecuencia no se considera entre los factores silicógenos clásicos. Las prevalencias fueron tanto más altas cuanto mayor fue la altitud. Así, por ejemplo, en altitudes menores de 2,000 metros sobre el nivel del mar la prevalencia fue de 2.9%; para las altitudes entre 2,000 y 3,999 metros, fue de 4.0%, y por sobre 4,000 metros fue de 4.5 por ciento. Esta observación es fundamental en la explicación de las tasas de prevalencia a diversas altitudes, especialmente cuando es posible descartar la influencia de otros factores.

#### *Progresión lesional dentro y fuera del riesgo*

Los informes chileno y peruano estudian este aspecto con metodología diferente. Bolivia no analiza este asunto.

a) *Chile*. De un total de 952 silicosos cuyo estudio se expone bajo la sección "Tablas de vida" (véase pág. 63), se analizan 388 casos cuya distribución es la siguiente:

<i>Tipo de lesión</i>	<i>No. de casos</i>	<i>Casos progresivos</i>	<i>% de progresión</i>
Total	388	131	33.8
Mínima	292	76	26.0
Moderada	96	55	57.2

A continuación se analiza la influencia que pudiera tener la sobre-exposición:

<i>Tipo de lesión</i>	<i>Sobre-exposición</i>	<i>Casos progresivos</i>	<i>% de progresión</i>
Mínima:	Con	31	10.6
	Sin	45	15.4
Moderada:	Con	10	10.4
	Sin	45	46.8

*Comentario*. Es evidente la progresión de la lesión, la que tanto más alta será a mayor intensidad de la enfermedad. Sin embargo, la influencia de la sobre-exposición no puede demostrarse porque la progresión es mayor en los casos no sobre-

expuestos, especialmente en las lesiones moderadas.

b) *Perú*. Se estudiaron 10,000 historias clínicas de reclamantes de indemnización por enfermedad ocupacional, seleccionando aquellos casos que fueron examinados dos veces y, dentro de ellos, los que tenían variación en el diagnóstico. Para los efectos del estudio se tomaron los siguientes grupos: los que variaron de marcada acentuación de la trama bronco vascular (P2) a silicosos en primer estadio (S1); de silicosos en primer estadio al segundo estadio (S1-S2), y de silicosis en segundo estadio (S2) al tercer estadio (S3). El total de casos analizado fue 149, de los cuales 90 siguieron expuestos al riesgo y 59 estuvieron fuera de él después del examen. La mayor parte del tiempo de trabajo fue de subsuelo. La evolución fue la siguiente:

P2 a S1: 100 casos, con 67% dentro del riesgo. El promedio fue de 9.2 años y el promedio del intervalo entre los exámenes del grupo sin exposición fue de 3.1 años.

S1 a S2: 25 casos, con 32% dentro del riesgo. El promedio de exposición fue de 7.9 años y el promedio del intervalo entre los exámenes del grupo sin exposición fue de 4.2 años.

S2 a S3: 24 casos, con 62.5% dentro del riesgo. El promedio de exposición fue de 7.7 años y el promedio del intervalo entre los exámenes del grupo sin exposición fue de 3.3 años.

Se encontró además que el promedio de los grupos fuera del riesgo era inferior al de los grupos dentro del riesgo, lo que aparentemente es contradictorio. Por lo expuesto se llega a la conclusión de que no es suficiente el número de observaciones como para establecer conclusiones y que estos datos no guardan relación con los tiempos encontrados en el material estudiado en 1,313 casos de silicosis.

*Grado de silicosis*

Además de la evaluación numérica de los casos, se estimó importante agregar el análisis del aspecto cualitativo de ellos (cuadros 10 y 11), es decir, el grado o extensión radiológica de la enfermedad aplicando una clasificación de tres grados (S1, S2 y S3) semejante para los tres países, más la silicotuberculosis (ST).

CUADRO 10—Grado de extensión de la lesión de los casos de silicosis en la minería metálica

Grado de silicosis	Bolivia		Chile		Perú	
	No.	%	No.	%	No.	%
S1.....	1,158	38.7	169	63.4	632	55.7
S2.....	1,175	39.3	60	22.6	249	22.0
S3.....	427	14.3	36	13.6	97	8.5
ST.....	231	7.7	1	0.4	156	13.8
Total.....	2,991	100.0	266	100.0	1,134	100.0

*Comentario.* La menor proporción de casos iniciales en el material de Bolivia, en comparación con Perú y Chile, podría interpretarse como la expresión de un fenómeno epidemiológico más agudo con producción de formas avanzadas. El problema de la silicotuberculosis será analizado más adelante.

CUADRO 11—Grado o extensión de la lesión de los casos de silicosis en la minería no metálica e industria

Grado de silicosis	Chile				Perú	
	Minería no metálica		Industria		Minería no metálica	
	No.	%	No.	%	No.	%
S1.....	85	61.2	63	71.6	102	57.0
S2.....	36	25.8	21	23.8	53	29.6
S3.....	11	7.9	2	2.3	11	6.1
ST.....	7	5.1	2	2.3	13	7.3
Total.....	139	100.0	88	100.0	179	100.0

*Comentario.* Al igual que para la minería metálica, no aparecen diferencias fundamentales en la distribución de la extensión de la lesión entre ambos países.

*Silicosis en la industria*

*Cemento.* Los resultados del estudio que presentan Chile y Perú son diferentes, lo que concuerda con lo encontrado en otros países. Hasta ahora la tendencia ha sido negar el riesgo silicógeno en esta industria, y en el trabajo chileno se citan algunas referencias (1, 2). En opinión del relator, el riesgo que existe y las diferencias encontradas se explican por condiciones ambientales diversas. Así, mientras la fase minera de la industria en Chile, o sea la extracción de la calcita, se ha hecho en una mina subterránea, se informa en el trabajo del Perú que dos de las empresas estudiadas incluían trabajadores de canteras de caliza, aparentemente de superficie. Ambos trabajos establecen que el contenido de sílice libre en el polvo ambiental y asentado fue, en promedio, de un 5 por ciento. En la molienda del mineral hecha en la fábrica persiste este porcentaje, que baja progresivamente en la elaboración del producto, para llegar a fracciones del orden del 1.0%, según el tipo de cemento.

El estudio chileno separa las prevalencias en la mina y en la fábrica. En la mina, utilizando el procedimiento mixto foto-fluorografía-radiografía, se encontró que de 606 obreros examinados un 6.9% eran silicóticos y que un 36% tenía antecedentes en otras minas; los casos se presentaron sólo después de cinco años de exposición. En la fábrica, al examinar a 1,086 obreros por el mismo método, que desempeñaban sus funciones en las secciones de molienda y manufacturación, se encontró un 3.7% de silicóticos, algunos con antecedentes pre-ocupacionales al riesgo. No se consideraron los casos procedentes de la sección fundición por tener un riesgo propio. En resumen, se estima que esta industria tiene riesgo silicógeno.

El estudio peruano informa sobre la experiencia llevada a cabo en tres fábricas

de cemento, una de ellas examinada dos veces, con un intervalo de 12 años (1950-1962). Se examinaron 1,478 trabajadores, encontrándose sólo cuatro casos, lo que representa una prevalencia de sólo 0.3 por ciento. Además, estos casos tenían antecedentes pre-ocupacionales al riesgo, aunque ninguno de ellos fue sometido a un examen radiológico pre-ocupacional. Estas observaciones permiten afirmar que en las industrias estudiadas no hay riesgo de silicosis pero que existen "neumoconiosis inespecíficas" debido al progresivo pero discreto aumento (3.5%) de casos con acentuación de la trama broncopulmonar.

**Cerámica.** En el trabajo chileno se comunica la experiencia en dos grandes plantas de cerámica, que han sido estudiadas en 1956 y en 1966 por el procedimiento mixto fotofluorografía-radiografía. Los detalles del estudio están en el informe pertinente. En el cuadro 12 se presenta un resumen de las prevalencias encontradas.

CUADRO 12—Resultados del estudio epidemiológico en la industria cerámica en 2 plantas (Chile, 1956 y 1966)

Nombre de la empresa	Año de examen	Total de casos examinados	No. de silicosos	Prevalencia
A	1956	529	57	10.8
	1966	427	32	7.5
B	1956	757	63	8.8
	1966	1271	60	4.7

**Industrias diversas.** El trabajo chileno informa también sobre los resultados de estudios epidemiológicos en diferentes industrias: fundiciones, vidrio, refractarios eléctricos, enlozados, lijas, cerámica artística y plantas térmicas a carbón. De un total de 3,311 trabajadores de las industrias mencionadas, examinados por el procedimiento radiológico mixto, se encontraron 27 casos de silicosos, lo que da una prevalencia de 0.8 por ciento.

### Silicotuberculosis

La epidemiología de la silicosis está en estrecha relación con la epidemiología de la tuberculosis, lo que da por resultado la silicotuberculosis. Este problema fue tema del XV Congreso Panamericano de Tuberculosis de la Unión Latinoamericana de Sociedades de Tisiología (ULAST), celebrado en La Paz en abril de 1964 (3). Los momentos epidemiológicos de la tuberculosis en los tres países son diferentes en sus tasas de infección y morbilidad, pero no son tan agudos como en el pasado en que la tuberculosis era la causa principal de muerte del silicoso.

La información obtenida en los estudios de los tres países participantes se resume en el cuadro 13.

CUADRO 13—Prevalencia y porcentaje de silicotuberculosis en la minería metálica

Rubro	Bolivia	Chile	Perú
Población expuesta.....	11,709	6,349	30,261
No. de silicotuberculosos....	231	4	156
Tasa.....	2.0%	0.6%	0.5%
No. de silicosos....	2,991	268	1,134
Silicotuberculosos (%)....	7.7%	1.5%	13.8%

**Comentario.** La tasa de silicotuberculosos es más alta en Bolivia que en Chile y Perú, pero el porcentaje de silicotuberculosos sobre el total de silicosos es desigual, llegando a ser mucho más alto en el Perú que en los otros dos países. La interpretación de esta última observación parece ser difícil, pero pueden intervenir varios factores, entre ellos el criterio diagnóstico de la silicotuberculosis en sus aspectos clínicos, radiológicos y bacteriológicos u otros de índole exclusivamente epidemiológica.

En el material que presentan Chile y Perú el análisis de las tasas y porcentajes

de silicotuberculosos en la minería no metálica y en la industria, arroja valores más o menos semejantes: tasas alrededor de 0.5% y porcentajes menores de 10.0 por ciento. Sobre el particular no cabe comentario especial.

RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO  
EXPRESADO SEGÚN PREVALENCIAS  
Y TABLAS DE VIDA

*Prevalencias*

A fin de llevar a cabo el estudio epidemiológico, los tres países han seguido uno de los dos métodos clásicos, o sea la prevalencia o frecuencia porcentual en la población expuesta al riesgo en un momento determinado. Los valores de las prevalencias ya han sido expuestos durante el análisis de las diferentes variables. La incidencia, o sea el número de casos apreciados en un período de tiempo determinado, corrientemente anual, no ha sido usada en ninguno de los tres países como método de rutina o de investigación.

*Tablas de vida*

Este método, al igual que la incidencia, requiere un archivo o catastro centralizado con una adecuada observación ulterior de los casos, en lo posible anual, con objeto de poder analizar el pronóstico y la evolución de los silicosos desde el momento en que se diagnosticó la enfermedad. De esta manera es posible analizar las variables de agravación, tuberculización y muerte que son características de la silicosis.

En su informe Chile trató de hacer este análisis y para este efecto se estudió el fichero del Servicio de Medicina del Trabajo de Santiago que se inició el 1 de febrero de 1942, tomándose las 12,665 fichas individuales al 31 de diciembre de 1961, a fin de poder dar un lapso de observación posterior de cinco años hasta el 31 de diciembre de 1966. Este material consiste

en los casos que acuden para un examen previo al empleo, para control durante su trabajo en minas e industrias silicógenas, o que han sido enviados desde otros centros médicos. Por lo tanto, es un material seleccionado para los propósitos de la silicosis.

De un total de 952 casos de silicosis, diagnosticados durante el período indicado, se seleccionaron 338, de los cuales 292 eran casos con lesiones mínimas y 96 con lesiones moderadas. El método de análisis fue el de "años-persona en observación por 1,000", que revela en general los períodos en que fueron observados los casos. La casuística era muy irregular en sus controles, de manera que no había una observación ulterior anual o periódica que permitiera la elaboración de tablas de vida con entrada y salida de los casos. Como no se dispuso de la información necesaria no se pudo tomar la variable "muerte" y "tuberculización". Se definió como agravación a toda progresión propia a la silicosis misma y como tuberculización la aparición de una tuberculosis activa, comprobada bacteriológicamente.

Con las debidas reservas se comentan a continuación los resultados en función de los objetivos planteados y de las variables: extensión de la lesión, agravación y tuberculización, tiempo de exposición al riesgo y continuidad de la exposición después del primer diagnóstico.

Los resultados de la determinación del riesgo de agravación y tuberculización en los casos de silicosis después del primer diagnóstico de la enfermedad se presentan en el cuadro 14.

CUADRO 14—Riesgo de agravación y tuberculización en silicosis (Chile, 1942-1961)

No. de casos	No. años-persona en observación	Agravación		Tuberculización	
		No. casos	Tasa anual (%)	No. casos	Tasa anual (%)
338	2,796	131	46.8	56	20.0

*Comentario.* Se observa que los casos de silicosis presentan ambos riesgos, siendo mayor el propio a la enfermedad misma. Los porcentajes de agravación y tuberculización fueron de 33.8% y 14.5%, respectivamente.

En el cuadro 15 se presenta la relación entre las probabilidades señaladas con el grado de extensión de la lesión en el primer diagnóstico, es decir, si hay diferencias en la evolución de los enfermos que son diagnosticados en la fase mínima de la enfermedad con aquellos que lo son en una fase más avanzada.

*Comentario.* Se observa una mayor probabilidad de agravación y tuberculización en las lesiones más avanzadas. Las diferencias son estadísticamente significativas (nivel de significación de 1 y 5% en agravación y 5% en tuberculización). Respecto al número de casos, las proporciones porcentuales fueron de 26.0% en agravación y 57.2% en las lesiones mínimas y moderadas, respectivamente; para la tuberculización fueron de 4.4 y 51.8%, en el mismo orden. En resumen, el pronóstico de la silicosis será tanto más grave cuanto

más extensa sea la lesión en el momento del primer hallazgo. El cuadro 16 muestra la relación entre las variables agravación y tuberculización con el tiempo de exposición al riesgo silicógeno antes de la aparición de la enfermedad o, más precisamente, antes del primer diagnóstico.

*Comentario.* En las lesiones mínimas se observa una mayor tasa de agravación a mayor tiempo de exposición; sin embargo, esta gradiente no es estadísticamente significativa. En las lesiones moderadas es notoria la gradiente de mayores tasas de tuberculización a menor tiempo de exposición, diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación de 5 por ciento). Lo anterior muestra que cuanto más intenso y breve sea el tiempo de exposición, mayor será la probabilidad de tuberculización, lo cual está de acuerdo con la observación clínica y la observación experimental, según se desprende de los trabajos en Gardner (4).

El cuadro 17 muestra la influencia que podría tener sobre las variables de agravación y tuberculización, relacionándolas con la extensión de la lesión, la continuidad o

CUADRO 15—Pronóstico de la silicosis según la extensión de la lesión en el primer diagnóstico (Chile, 1942-1961)

Extensión de la lesión	No. de casos	Años-persona en observación	Agravación		Tuberculización	
			No. casos	Tasa anual %	No. casos	Tasa anual %
Mínima.....	292	1,966	76	38.7	13	6.6
Moderada.....	96	830	55	66.2	43	51.8

CUADRO 16—Relación entre el grado de silicosis y las probabilidades de agravación y tuberculización con el tiempo de exposición al riesgo previo a la enfermedad (Chile, 1942-1961)

Tiempo de exposición (años)	Años-persona en observación	Agravación		Tuberculización		Años-persona en observación	Agravación		Tuberculización	
		No.	Tasa (%)	No.	Tasa (%)		No.	Tasa (%)	No.	Tasa (%)
Menos de 10..	354	9	25.4	2	5.8	148	10	67.5	13	87.8
10 a 19.....	901	35	38.8	8	8.9	350	23	65.3	25	71.4
20 y más.....	711	32	46.0	3	4.2	332	22	66.3	5	15.0
Total.....	1,966	76	38.7	13	6.6	830	55	66.2	43	51.8



CUADRO 17—Relación entre el grado de silicosis y las probabilidades de agravación y tuberculización con la sobre-exposición al riesgo después del primer diagnóstico de la enfermedad (Chile, 1942-1961)

Sobre-exposición	Años-persona en observación	Agravación		Tuberculización		Años-persona en observación	Agravación		Tuberculización	
		No.	Tasa (%)	No.	Tasa (%)		No.	Tasa (%)	No.	Tasa (%)
Con.....	772	31	40.2	5	6.5	250	10	40.0	13	52.0
Sin.....	1,194	45	37.8	8	6.6	580	45	77.5	30	68.9
Total.....	1,966	76	38.7	13	6.6	830	55	66.2	43	51.8

discontinuidad de la exposición al riesgo silicógeno después del primer diagnóstico de la enfermedad.

*Comentario.* No se observan diferencias en las lesiones mínimas. En las lesiones moderadas, al contrario de lo que era de esperar, la agravación y la tuberculización es mayor en los grupos sin sobre-exposición. La interpretación es difícil. Por otra parte, en las lesiones mínimas hubo un 42.3% de casos con sobre-exposición con un promedio de 28.6 años-persona por 1,000, mientras que en las lesiones moderadas estas cifras fueron menores, 26.0 y 14.1 por 1,000, respectivamente. De esto se deduce que los casos con lesiones mínimas siguen trabajando con mayor frecuencia y más tiempo en la faena que tiene riesgo, mientras que los casos con lesiones moderadas se retiran del trabajo en mayor proporción por haber logrado mayores beneficios de los seguros sociales y, muy secundariamente, por incapacidad física.

#### COMENTARIO GENERAL

Se ha hecho un estudio comparativo de la investigación epidemiológica realizada en Bolivia, Chile y Perú en períodos distintos, con métodos diferentes y en poblaciones expuestas calificadas con diverso criterio. El método estadístico fue la prevalencia, llamando la atención la alta tasa promedio de Bolivia, que alcanza al 25.5% en su minería metálica, en comparación a las

tasas de 4.2 y 3.7% para la misma minería en Chile y en Perú, respectivamente. En el informe del Perú se atribuye la influencia del factor altitud en estas tasas, hecho que se considera de gran importancia para la explicación epidemiológica en el altiplano y que merece una investigación exhaustiva en el futuro.

En líneas generales se observaron los hechos clásicos de una investigación epidemiológica, a saber, tanto mayor prevalencia cuanto mayor fue el tiempo de exposición y mayor fue la proporción de trabajadores en subsuelo. La edad siguió la misma tendencia del tiempo de exposición.

No se utilizó el mismo criterio para determinar la ocupación y el tiempo de exposición, por lo que se observan tasas inesperadas en grupos no expuestos habitualmente a un alto nivel de riesgo silicógeno. Sin embargo, el análisis de los antecedentes de exposición en ocupaciones anteriores o la calificación imprecisa de ellas explica estas excepciones.

En el informe boliviano se demuestra la influencia que tienen los trabajos anteriores en las prevalencias encontradas en las ocupaciones actuales, que son sólo un episodio en la evolución de la silicosis.

Respecto a la magnitud del riesgo, en el trabajo del Perú se cuantifica en relación con las concentraciones máximas permisibles y concluye que, si bien estas mediciones son marcos de referencia adecuados para el control de los ambientes de trabajo, los

resultados de la evaluación de los efectos del agente en el huésped son más reales.

El análisis del grado de los casos de silicosis sugiere que Bolivia vive un momento epidemiológico más agudo que los otros dos países y que muestra grados más avanzados. El estudio de estos grados en la minería no metálica e industrial de Chile y Perú, así como en su minería metálica, indica un momento epidemiológico más crónico.

La silicotuberculosis, como expresión simultánea de la epidemiología de la silicosis y de la tuberculosis, se demuestra igualmente más alta en Bolivia que en Chile y Perú. Sin embargo, la magnitud del problema, expresado en porcentajes del total de silicosos, es indudablemente más baja que en el pasado, por lo cual se espera que la causa de muerte de los silicosos actuales se deberá a otras complicaciones.

El estudio estadístico no incluye la incidencia, cuya aplicación se estima importante como un método de evaluación más apropiado y que salva los defectos de los estudios comparativos a base de prevalencias. No se pudo usar el método de tablas de vida por falta de registros adecuados, limitándose el trabajo chileno a estudios por "años-persona". Los resultados demuestran la mayor proporción de agravaciones y tuberculizaciones de los casos con

lesiones más avanzadas y la influencia en ellas de un tiempo de exposición corto e intenso.

Se estima necesaria la adopción de una clasificación radiológica uniforme para los tres países para fines comparativos técnicos y sociales de aplicación en el futuro. La adopción de la clasificación internacional de la Organización Internacional del Trabajo deberá ser considerada como base de discusión.

### Referencias

- (1) Gardner, L. U. *et al.* "Survey in 17 Cement Plants of Atmospheric Dusts and their Effects upon the Lungs of 2200 Employees" *J Indust Hyg Toxicol* **21**:279-318, 1939.
- (2) Sander, O. A. "Roentgen Survey of Cement Workers". *AMA Arch Industr Health* **17**:96-103, 1958.
- (3) "Silicosis y Silicotuberculosis". XIV Congreso Panamericano de Tuberculosis. Anales de la Unión Latino Americana de Sociedades de Tisiología, Tomo I, 1964.
- (4) Gardner, L. U. "Relation between Pneumoconiosis and Tuberculosis. Experimental Method" 3rd. Symposium in Silicosis. "Pathology of the Pneumoconiosis". *Proceedings*, págs. 95-102, 1937.

## **Anexo 1**

### **COMITE ORGANIZADOR**

ING. JOHN J. BLOOMFIELD, Consultor Regional en Higiene Industrial, OPS/  
OMS (Secretario General del Seminario)

ING. WALTER DÜMMER, Jefe, Sección Higiene y Medicina del Trabajo,  
Servicio Nacional de Salud, Santiago, Chile

DR. ALBERTO GUMIEL, Presidente del Comité Local y Director, Instituto  
Nacional de Salud Ocupacional, La Paz, Bolivia

ING. RICARDO HADDAD, Consultor Regional en Contaminación Atmosférica,  
OPS/OMS

DR. HERNÁN OYANGUREN, Director, Instituto de Higiene del Trabajo y  
Contaminación Atmosférica, Servicio Nacional de Salud, Santiago, Chile  
(Presidente del Comité Organizador)

DR. PEDRO SCHÜLER, Jefe, Medicina del Trabajo, Servicio Nacional de Salud,  
Santiago, Chile

DR. RAMON VALLENAS, Director, Instituto de Salud Ocupacional, Lima, Perú

## Anexo 2

## LISTA DE PARTICIPANTES

## BOLIVIA

*Participantes gubernamentales*

Ing. José Delgado  
 Dr. Alberto Gumiel  
 Dr. Fernando Pinell  
 Dr. Hugo Salguero  
 Ing. Alberto Salinas  
 Dr. Mario Tejerina

*Representantes de empresas*

Ing. Alberto Aramayo  
 Ing. Johnny Delgado  
 Ing. Jaime Escobari  
 Dr. Arturo Miranda

*Observadores*

Dr. León Arce Castrillo  
 Dr. Alfredo Bocangel  
 Dr. Hugo Grandi  
 Dr. Guillermo Guerra

## CHILE

*Participantes gubernamentales*

Dr. Hugo Donoso  
 Ing. Walter Dümmer  
 Ing. Hernán Maas  
 Dr. Hernán Oyanguren  
 Dr. Pedro Schüller  
 Dr. Raúl Silva

*Representantes de empresas*

Dr. Enrique Hrdalo  
 Ing. Stanley Jarrett

## PERÚ

*Participantes gubernamentales*

Dr. César Carlín  
 Dr. Mario Espinoza  
 Dr. Jorge Ferrándiz  
 Ing. Aníbal Gastañaga  
 Ing. Jorge Román  
 Dr. Carlos Valencia

*Representantes de empresas*

Dr. Eduardo Caballero  
 Dr. Humberto Gherzi  
 Ing. Owen James  
 Dr. Federico Má

*Asesor*

Dr. Ramón Vallenias

Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Ing. John J. Bloomfield  
 Ing. Ricardo Haddad  
 Dr. Henrique M. Penido  
 Dr. Fortunato Vargas Tentori

**Anexo 3****MESAS DIRECTIVAS**

TEMA I	Presidente:	Ing. Hernán Maas (Chile)
	Secretario:	Ing. Alberto Salinas (Bolivia)
	Relator:	Ing. José Delgado (Bolivia)
TEMA II	Presidente:	Ing. José Delgado (Bolivia)
	Secretario:	Ing. Jorge Román (Perú)
	Relator:	Ing. Aníbal Gastañaga (Perú)
TEMA III	Presidente:	Dr. Jorge Ferrándiz (Perú)
	Secretario:	Dr. Raúl Silva (Chile)
	Relator:	Dr. Alberto Gumiel (Bolivia)
TEMA IV	Presidente:	Dr. César Carlín (Perú)
	Secretario:	Dr. Hugo Salguero (Bolivia)
	Relator:	Dr. Hugo Donoso (Chile)
TEMA V	Presidente:	Dr. Pedro Schüller (Chile)
	Secretario:	Dr. Mario Tejerina (Bolivia)
	Relator:	Dr. Mario Espinoza (Perú)
TEMA VI	Presidente:	Dr. Fernando Pinell (Bolivia)
	Secretario:	Dr. Carlos Valencia (Perú)
	Relator:	Dr. Hernán Oyanguren (Chile)