

**UNIVERSIDAD DEL EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE**  
**DEPARTAMENTO DE MEDICINA**  
**DOCTORADO EN MEDICINA.**



**TRABAJO DE GRADO:**

“INCIDENCIA DE NEFROPATIA CRONICA EN LA POBLACION MINERA  
ARTESANAL EN CANTON SAN SEBASTIAN, SANTA ROSA DE LIMA, LA UNION  
DE JUNIO – AGOSTO 2015”

**PRESENTADO POR:**

ALEJANDRO DAVID GARCIA JOYA.  
ERICK TIMOTEO GONZALEZ CABRERA  
DAVID SALOMON HERNANDEZ GOMEZ.

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**  
DOCTOR EN MEDICINA

**DOCENTE DIRECTOR:**

DR. HORACIO GARCIA ZARCO.

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, OCTUBRE 2015

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES**

LICENCIADO JOSE LUIS ARGUETA ANTILLÓN

**RECTOR INTERINO**

**(PENDIENTE DE ELECCIÓN)**

**VICERRECTORÍA ACADÉMICA INTERINA**

INGENIERO CARLOS ARMANDO VILLALTA

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO**

DOCTORA ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

**SECRETARIA GENERAL**

LICENCIADA NORA BEATRIZ MELÉNDEZ

**FISCAL INTERINA**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.**

**AUTORIDADES.**

INGENIERO JOAQUIN ORLANDO MACHUCA

**DECANO.**

LICENCIADO CARLOS ALEXANDER DÍAZ

**VICEDECANO.**

MAESTRO JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ

**SECRETARIO.**

MAESTRA ELBA MARGARITA BERRÍOS CASTILLO

**DIRECTORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN.**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA.**

**AUTORIDADES.**

DOCTOR FRANCISCO ANTONIO GUEVARA GARAY

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA.**

**COMISIÓN COORDINADORA DEL PROCESO DE GRADUACIÓN**

DOCTOR AMADEO ARTURO CABRERA GUILLÉN

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESO DE GRADUACIÓN DE  
DOCTORADO EN MEDICINA**

DOCTORA NORMA OZIRIS SÁNCHEZ DE JAIME

**MIEMBRO DE LA COMISIÓN.**

DOCTOR HENRY RIVERA VILLATORO

**MIEMBRO DE LA COMISIÓN.**

**ASESORES.**

DOCTOR HORACIO GARCIA ZARCO  
**DOCENTE DIRECTOR.**

DOCTOR AMADEO CABRERA GUILLÉN  
**ASESOR METODOLOGICO.**

LICENCIADO SIMÓN MARTÍNEZ DÍAZ  
**ASESOR ESTADISTICO.**

DOCTOR PEDRO ALFONSO AREVALO  
**ASESOR EN TEMAS DE RADIOLOGIA.**

DOCTORA JULIA JANET ROJAS ESTRADA  
**ASESORA EN TEMAS DE NEFROLOGIA.**

**TRIBUNAL CALIFICADOR.**

DOCTOR HORACIO GARCIA ZARCO

**DOCENTE DIRECTOR.**

DOCTORA NORMA OZIRIS SANCHEZ DE JAIME

**JURADO CALIFICADOR.**

DOCTOR JUAN FRANCISCO VILLATORO VELAZQUEZ

**JURADO CALIFICADOR.**

DOCTOR AMADEO ARTURO CABRERA GUILLÉN

**ASESOR METODOLOGICO.**

**“INCIDENCIA DE NEFROPATIA CRONICA EN LA POBLACION MINERA  
ARTESANAL EN CANTON SAN SEBASTIAN, SANTA ROSA DE LIMA, LA UNION  
DE JUNIO – AGOSTO 2015”**

## DEDICATORIA.

A Dios, por darme la vida y las bendiciones que he recibido en esta investigación y al mismo tiempo, por permitir terminarla.

A mi Madre, por apoyarme y comprenderme incondicionalmente.

A mi Esposa e hija, por su comprensión, apoyo y paciencia.

A mis compañeros de Investigación, por el esfuerzo, ayuda y paciencia para la realización de esta investigación.

A los Participantes de la Investigación, por colaborar y permitir realizarla.

A nuestro coordinador de tesis, por todos sus aportes, asesorías y recomendaciones.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en nuestra investigación, agradecerles por su apoyo.

ERICK TIMOTEO GONZALES CABRERA.



## DEDICATORIA.

A MI PADRE, DIOS TODO PODEROSO, dice tu palabra que si no eres TU quien construye el edificio en vano se esfuerzan los constructores, sino TU no cuidas la ciudad en vano se esfuerzan los centinelas (Salmo 127), gracias a ti mi Señor, soy lo que soy y he tenido la fuerza de voluntad para lograr completar esta meta.

A MI MAMÁ; usted que me dio los mejores años de su vida, su niñez, su juventud, y se consagro en madre y amiga, jamás serán suficientes las palabras, ni jamás tendré como pagarle tanto amor y entrega, solo puedo decirle, gracias, este triunfo también es suyo.

A MI PAPÁ; el hombre que soy ahora, sin usted nunca hubiese sido posible, fueron sus consejos, su amor, su entrega, su sacrificio, el fruto de su esfuerzo lo que me catapultaron, usted ha sido mi sostén, mi pilar, mi guarida segura, gracias papá.

A MIS HERMANOS: gracias por comprenderme y apoyarme siempre, por estar dándome ánimos en los momentos difíciles, y por enseñarme que la familia lo es todo, en las buenas y en las malas.

A MIS PROFESORES: por infundir en mí el espíritu de la medicina, por grabar en mi mente el glorioso mecanismo del cuerpo humano, por enseñarme el arte de curar, y por ayudarme a entender que me debo a mis pacientes, gracias.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS; Joya y Timoteo, mis colegas y hermanos de lucha, esto sin su apoyo jamás los hubiera podido conseguir, gracias.

Con mucho cariño.

DAVID SALOMON HERNÁNDEZ GÓMEZ.

## DEDICATORIA.

A DIOS TODOPODEROSO: la oportunidad de ayudarme en el camino de la vida, porque a pesar de ser un recorrido largo y complicado, siempre sus designios son desconocidos, acertados y sorprendentes.

A MI PADRE: por ser mi modelo a seguir ya que gracias a sus incentivos y su ejemplo de gran eminencia me inspiro a seguir sus pasos.

A MI MADRE: agradeciendo su amor y sacrificio, ya que sus palabras sirvieron para instruirme y guiarme en todas las dificultades.

A MI ESPOSA: que durante estos años de esfuerzo y sacrificio me brindo apoyo, amor y comprensión.

A MI ABUELA: por darme su amor y sus consejos a lo largo de mi vida.

A LA SRA ESPERANZA UMANZOR: por creer en mis sueños y mis capacidades durante sus últimos suspiros.

A MI FAMILIA Y AMIGOS: por creer en mí y brindarme apoyo moral.

A MEDICOS TUTORES: ya que gracias a sus conocimientos he podido mejorar profesionalmente.

A MIS ASESORES: les agradezco su tiempo y dedicación para poder culminar mi trabajo de tesis.

ALEJANDRO DAVID GARCIA JOYA

DEDICATORIA ESPECIAL.

A LOS MINEROS, que gustosamente accedieron a participar en el presente estudio, aportando sus conocimientos sobre el tema de la minería, sus experiencias personales e información médica que fueron los insumos para concluir el presente estudio.

A LOS PACIENTES, por ser uno de los pilares fundamentales en nuestra formación como médicos, siendo verdaderas enciclopedias de las cuales pudimos aprender el arte de la medicina.

AL DOCTOR AREVALO, por apoyarnos en la realización de los estudios de imagen, e instruirnos en lo referente a los aspectos radiológicos inherentes de la investigación.

A LA DOCTORA ROJAS, por instruirnos sobre los aspectos relacionados a nefrología.

LOS INVESTIGADORES.

## ÍNDICE.

Resumen.....	22
1. CAPITULO I. Introducción.....	23
1.1 Antecedente del problema.....	23
1.2 Justificación.....	26
1.3 Enunciado del problema .....	27
1.4 Objetivos.....	28
1.4.1 Objetivo General.....	28
1.4.2 Objetivos Específicos.....	28
CAPITULO II Marco Teórico	
2.1 Base Teórica.....	30
2.1.1 Generalidades sobre la extracción artesanal del oro.....	30
2.1.2 Mercado mundial del oro .....	31
2.1.3 Minería a gran escala .....	32
2.1.4 Mineros artesanales y problemas globales.....	35
2.1.5 Minería artesanal y sus procesos de extracción.....	35
2.1.6 Sustancias químicas usadas comúnmente en la minería.....	37
2.1.6.1 Cianuro.....	37
2.1.6.2 Mercurio.....	42
2.1.7 Generalidades de Enfermedad Renal Crónica.....	61

2.1.8 Prevalencia de la Enfermedad Renal crónica.....	63
2.1.9 Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica en El Salvador.....	63
2.1.10 Tamizaje de la Enfermedad renal Crónica.....	64
2.1.11 Estadios evolutivos de la Enfermedad Renal.....	71
2.1.12 Manifestaciones clínicas de la Enfermedad Renal Crónica.....	72
2.1.13 Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales en El Salvador.....	73

### CAPITULO III Sistema de Hipótesis

3.1 Hipótesis de Trabajo .....	77
3.2 Hipótesis Nula.....	77
3.3 Operacionalización de Hipótesis.....	78

### CAPITULO IV Diseño Metodológico

4.1 Tipo de Investigación.....	80
4.2 Diseño de Estudio .....	80
4.3 Universo.....	81
4.4 Muestra.....	82
4.5 Criterios de Inclusión.....	82
4.6 Criterios de Exclusión.....	82
4.7 Tipo de Muestreo.....	83

4.8 Técnicas.....	83
4.8.1 Técnicas para la obtención de la información.....	83
4.8.2 Técnicas de Trabajo de Campo .....	84
4.8.3 Instrumentos.....	85
4.9 Planificación.....	85
4.10 Ejecución.....	85
 CAPITULO V Presentación de Resultados	
5.1 Resultados Descriptivos .....	88
5.2 Prueba de Hipótesis .....	154
5.2.1 Hipótesis de Trabajo general .....	154
5.3 Discusión.....	157
 CAPITULO VI Conclusiones y Recomendaciones	
6.1 Conclusiones.....	161
6.2 Recomendaciones.....	163
Referencia Bibliográfica.....	165
Anexos.....	176

## LISTA DE CUADROS.

Cuadro 1. Estado familiar y edad de los trabajadores de las minas de cantón San Sebastián.

Cuadro 2. Habilidad de lectura y escritura según la edad del personal que trabaja en las minas.

Cuadro 3. Signos y síntomas asociados a la nefropatía.

Cuadro 4. Cambios en el patrón miccional en los últimos tres meses.

Cuadro 5. Hábitos medicamentosos.

Cuadro 6. Consumo de agua y antecedente familiar de nefropatía.

Cuadro 7. Años de trabajar como minero y días que asiste al empleo.

Cuadro 8. Hipertensión arterial y consumo de medicamentos cardiovasculares.

Cuadro 9. Estadio de ERC y su rol en la técnica minera.

Cuadro 10. Método utilizado y el tipo de químico aplicado para la separación del oro de la roca.

Cuadro 11. Uso de medidas de protección y años de trabajo en la mina.

Cuadro 12. Resultados de laboratorio (Perfil Renal).

Cuadro 13. ERC y valores del examen general de orina.

Cuadro 14. Existencia de nefropatía y años de trabajo en la mina.

Cuadro 15. Calculo del filtrado glomerular y estadios de ERC.

Cuadro 16. Participantes en ultrasonografía renal.

Cuadro. 17.1 Longitud de riñón derecho.

Cuadro 17.2 Ancho de riñón derecho.

Cuadro 17.3 Espesor de riñón derecho.

Cuadro 17.4 Parénquima riñón derecho.

Cuadro 17.5 Ecogenisidad del riñón derecho

Cuadro 17.6 Relación cortico medular. (RCM). Riñón derecho.

Cuadro 17.7 Sistema Pielocalicial (SPC). Riñón derecho.

Cuadro 17.8 Superficie renal. Riñón derecho.

Cuadro. 18.1 Longitud de riñón izquierdo.

Cuadro 18.2 Ancho de riñón izquierdo.

Cuadro 18.3 Espesor de riñón izquierdo.

Cuadro 18.4 Parénquima riñón izquierdo.

Cuadro 18.5 Ecogenisidad del riñón izquierdo.

Cuadro 18.6 Relación cortico medular. (RCM). Riñón izquierdo.

Cuadro 18.7 Sistema Pielocalicial (SPC). Riñón izquierdo.

Cuadro 18.8 Superficie renal. Riñón izquierdo.

Cuadro 19. Hallazgos de ultrasonografía renal.

Cuadro 20. Consolidado general.



## LISTA DE GRAFICOS.

Grafico 1. Estado familiar y edad de los trabajadores de las minas de cantón San Sebastián.

Grafico 2. Habilidad de lectura y escritura según la edad del personal que trabaja en las minas.

Grafico 3. Signos y síntomas asociados a la nefropatía.

Grafico 4. Cambios en el patrón miccional en los últimos tres meses.

Grafico 5. Hábitos medicamentosos.

Grafico 6. Consumo de agua y antecedente familiar de nefropatía.

Grafico 7. Años de trabajar como minero y días que asiste al empleo.

Grafico 8. Hipertensión arterial y consumo de medicamentos cardiovasculares.

Grafico 9. Estadio de ERC y su rol en la técnica minera.

Grafico 10. Método utilizado y el tipo de químico aplicado para la separación del oro de la roca.

Grafico 11. Uso de medidas de protección y años de trabajo en la mina.

Grafico 12. Resultados de laboratorio (Perfil Renal).

Grafico 13. ERC y valores del examen general de orina.

Grafico 14. Existencia de nefropatía y años de trabajo en la mina.

Grafico 15. Calculo del filtrado glomerular y estadios de ERC.

Grafico 16. Participantes en ultrasonografía renal.

Grafico. 17.1 Longitud de riñón derecho.

Grafico 17.2 Ancho de riñón derecho.

Grafico 17.3 Espesor de riñón derecho.

Grafico 17.4 Parénquima riñón derecho.

Grafico 17.5 Ecogenisidad del riñón derecho

Grafico 17.6 Relación cortico medular. (RCM). Riñón derecho.

Grafico 17.7 Sistema Pielocalicial (SPC). Riñón derecho.

Grafico 17.8 Superficie renal. Riñón derecho.

Grafico. 18.1 Longitud de riñón izquierdo.

Grafico 18.2 Ancho de riñón izquierdo.

Grafico 18.3 Espesor de riñón izquierdo.

Grafico 18.4 Parénquima riñón izquierdo.

Grafico 18.5 Ecogenisidad del riñón izquierdo.

Grafico 18.6 Relación cortico medular. (RCM). Riñón izquierdo.

Grafico 18.7 Sistema Pielocalicial (SPC). Riñón izquierdo.

Grafico 18.8 Superficie renal. Riñón izquierdo.

Grafico 19. Hallazgos de ultrasonografía renal.

Grafico 20. Consolidado general.

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Manipulación del Mercurio en la extracción artesanal del oro.

Figura 2 Vista microscópica de cristales de cianuro.

Figura 3. Usos del Cianuro en la producción del oro.

Figura 4. Uso industrial del Cianuro en la producción del oro.

Figura 5. Lixiviación en minería del cielo abierto usando Cianuro.

Figura 6. Entrada a mina artesanal. Cantón San Sebastián.

Figura 7. Rio San Sebastián, Cantón San Sebastián, La Unión.

Figura 8. Modelo Toxicológico del Mercurio.

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Situaciones consideradas como daño renal para el diagnóstico de ERC.

Tabla 2. Tazas de hospitalización por ERC.

Tabla 3. Mortalidad asociada a ERC por sexo.

Tabla 4. Incidencia de ERC por sexo.

Tabla 5. Incidencia de ERC en El Salvador para 2011.

Tabla 6. Modelo conceptual de la evolución natural de la ERC.

Tabla 7. Clasificación por estadios de ERC.

Tabla 8. Evolución natural de la IRC.

Tabla 9. Ecuación CKD – EPI y ecuación MDRD – IDMS.

Tabla 10. Ecuación MEDRD – 4.

Tabla 11. Ecuación de Cockcroft – Gault.

Tabla 12. Pronostico de la enfermedad renal crónica y estatificación por categorías.

## LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Consentimiento informado.

Anexo 2. Guía de entrevista.

Anexo 3. Riesgos y beneficios.

Anexo 4. Presupuesto.

Anexo 5. Cronograma de actividades.

Anexo 6. Glosario de términos.

Anexo 7. Glosario de siglas.

Anexo 8. Figuras con información relevante.

Anexo 9. Tablas con información relevante.

Anexo 10. Valores de referencia.

Anexo 11. Distribución Normal.

Anexo 12. Formato de Perfil Renal.

Anexo 13. Formato de Resultado de Ultrasonografía Renal.

## **Resumen.**

En El Salvador los últimos cinco años se ha visto un repunte de casos nuevos de nefropatía crónica y un aumento de las tasas de mortalidad asociadas a esta patología, constituyendo entre 2009 y 2012 la primera causa de muerte hospitalaria en adultos, aunado a esto la literatura que describe este fenómeno en nuestra población, con nuestras condiciones sociales, culturales, antropométricas y clínicas es limitado. El principal objeto de la presente investigación es determinar la incidencia de la nefropatía crónica en los mineros artesanales del oro del cantón San Sebastián, por lo que se realizó un estudio transversal, analítico, descriptivo y de campo, en los pacientes de entre 18 y 85 años, masculinos y femeninos que se hubiesen dedicado por cinco años o más a la actividad minera y residir en la zona de estudio o aledaños en un mismo periodo de tiempo, no padecer o desconocer el padecimiento de diabetes mellitus, haciendo un total de cincuenta participantes de las cuales 47 son hombres y 3 son mujeres, de los que 34% fueron catalogados como sanos, 32% Hiperfiltradores, 2% son ERC estadio 1, 22% ERC estadio 2, 6% ERC estadio 3 a, y 4 % ERC estadio 3b; de los estudiados, un 12% tiene el antecedente de hipertensión arterial, e incidentalmente se descubre un 4% de casos de diabetes mellitus, la incidencia encontrada de nefropatía es de 8.87%, la cual se equipara con la incidencia nacional que es del 8% aproximadamente, descartando las causas tradicionales descritas por la literatura internacional como la diabetes mellitus, pudiéndose asociar más bien a factores ambientales, sociales, y ocupacionales.

**PALABRAS CLAVE:** nefropatía crónica, hiperfiltrador glomerular, minera artesanal.

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1 Antecedentes del problema.**

Los minerales tienen gran importancia por sus múltiples aplicaciones en los diversos campos de la actividad humana. La industria moderna depende directa o indirectamente de los minerales; se usan para fabricar productos, desde herramientas y ordenadores hasta rascacielos. Algunos minerales se utilizan prácticamente tal como se extraen; por ejemplo el azufre, el talco, la sal de mesa, entre otros. Otros, en cambio, deben ser sometidos a diversos procesos para obtener el producto deseado, como el hierro, cobre, aluminio, estaño, entre otros.

En El Salvador existió actividad minera, en la región nororiental, durante unos 100 años, desde finales del siglo XIX (1880) hasta la década del setenta del siglo pasado. Esta industria, aunque llegó a representar el 15% de las exportaciones en 1903 y el 16% en 1913, según los historiadores económicos, nunca significó un aporte real al desarrollo nacional; lo que sí dejó la explotación minera de aquella época, y que permanece hasta hoy, son los daños ambientales.

Un estudio del CEICOM, efectuado por el químico italiano Flaviano Bianchini, en septiembre de 2007, determinó que el Río San Sebastián, en Santa Rosa de Lima (departamento de La Unión) está contaminado con venenos mortales como cianuro y metales pesados como manganeso, aluminio y hierro. El estudio señala que en este río no hay peces, ni anfibios.

En el caso del cianuro, los niveles encontrados rondan los 2.6 miligramos por litro de agua, más de cuatro veces el 0.6 que establece como límite la Organización Mundial de la Salud

(OMS). En cuanto a los metales, el manganeso es 586 veces mayor al nivel permitido, el aluminio es 1,800 veces superior y el hierro es 286 veces mayor a los límites establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y por las normas de la OMS.

Según la OMS, la exposición a niveles altos de cianuro por períodos breves produce daños al cerebro y al corazón, estado de coma y muerte; y la exposición a niveles bajos por varios años produce dificultad para respirar, dolor de pecho, vómitos, cambios en la sangre, dolor de cabeza, agrandamiento de la glándula tiroides y otras enfermedades que conducen finalmente a la muerte.

La Mina San Sebastián comenzó sus extracciones de oro en 1904. Hasta 1953, era considerada la más productiva de la región centroamericana, ya que extrajo un total de 32 toneladas de oro. En los momentos más álgidos del conflicto armado, que vivió El Salvador, los empresarios, propietarios de dicha mina tuvieron que interrumpir sus actividades y salir del país. Con la firma de los Acuerdos de Paz en 1992 regresan para continuar con la explotación de dicha mina, pero en el año 2002 el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales les canceló el permiso de operación considerando que para entonces ya eran visibles las secuelas del drenaje ácido, que se forma en los escombros de la Mina; cuando los minerales, sobre todo la PIRITA ( $\text{FeS}_2$ ), se pone en contacto con la atmósfera, se da su oxidación y se forma ácido sulfúrico.

Esto se da por una serie de reacciones que generan acidez y liberan grandes cantidades de sulfatos, hierro y otros metales que contienen sulfuros, produciendo un Lixiviado tóxico, el cual reacciona con las rocas del entorno produciendo la Hidrólisis de otros minerales y



haciendo que se disuelvan otros elementos, dicho drenaje ácido desemboca a través de La Quebrada El Taladró, en el Río San Sebastián.

Los subproductos de la minería del oro, poseen un alto grado de toxicidad, sobre la comunidad minera de San Sebastián, Morazán; por lo que esta propensa a padecer enfermedades crónicas degenerativas, siendo más específico a la enfermedad renal crónica.

Investigaciones epidemiológicas de base poblacional, entre ellas el Estudio Nefrolempa (2009) realizado en comunidades rurales del Bajo Lempa, reportó una prevalencia puntual de ERC en todos los estadios de 17.9 por cien adultos, con predominio del sexo masculino con 25,7 y 11,8 para el sexo femenino; la IRC de 9.8 por cien adultos con predominio del sexo masculino 17.0% en comparación con el sexo femenino, 4.1%. En cuanto a la causa, en la mayoría -el 54.7%- no es ni la diabetes mellitus ni la hipertensión arterial, ni otra enfermedad renal primaria, es decir, su causa es desconocida.

La incidencia de la enfermedad renal crónica debido a la minería en esta zona no ha sido establecida.

## **1.2 Justificación.**

El presente trabajo se realiza con el propósito de documentar el comportamiento de la enfermedad renal crónica en la población que se dedica a la extracción artesanal del oro, ya que no se cuenta al momento con estudios formales que contengan el enfoque dirigido a este grupo poblacional, de lo que tradicionalmente ya se ha investigado sobre esta patología.

Los resultados de este estudio, servirán para que las autoridades sanitarias tengan un conocimiento significativo y real sobre la morbi-mortalidad de la enfermedad renal crónica que se hace manifiesta en las personas que practican la minería artesanal del oro, por medio de ello se podrá generar iniciativas que a su vez promuevan cambios significativos encaminados a mejorar la legislación, regulación y control sobre la practica minera y sus efectos en la salud y el medio ambiente.

Además de todo lo anterior la presente investigación, servirá de punto partida y referencia ineludible de futuros estudios que amplíen aún más los horizontes del conocimiento de la problemática en cuestión.

### **1.3 Enunciado del problema.**

¿Cuál es incidencia de la nefropatía crónica de la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión desde Junio – Agosto 2015?

¿Como se relacionan las técnicas utilizadas en la extracción del oro de manera artesanal y los años de trabajo dedicados a dicha actividad con la aparición de la nefropatía crónica?

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General:

- Investigar la incidencia de la nefropatía crónica de la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión desde Junio – Agosto 2015.

### 1.4.2 Objetivos Específicos:

- Realizar un perfil renal en la población minera artesanal que cumpla con los criterios de inclusión.
- Describir las diferentes técnicas utilizadas para la extracción del oro y su relación con la enfermedad renal.
- Correlacionar el número de años de trabajo en la minería con la tasa de incidencia de nefropatía crónica.
- Estadificar el nivel de daño renal a través del cálculo de filtración glomerular

# **CAPITULO II**

## **MARCO TEORICO.**

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 Base Teórica**

#### 2.1.1 Generalidades sobre la extracción artesanal del oro.

El precio del oro ha aumentado mucho en los últimos años. Esto ha llevado a que el número de mineros artesanales de este sector haya crecido drásticamente en todo el mundo. A menudo trabajan en pésimas condiciones ecológicas y sociales. Al mismo tiempo, los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y las empresas pretenden garantizar el cumplimiento de estándares sociales y de medio ambiente a través de iniciativas de regulación que aún se encuentran en fase de desarrollo. <sup>1</sup>

La minería del oro artesanal y en pequeña escala es una fuente importante de ingresos para los mineros, especialmente en comunidades y regiones rurales donde las alternativas económicas son sumamente limitadas. Con el alza del precio del oro, se observa en muchos países una fiebre del oro que involucra a mineros motivados por la pobreza. Se calcula que en la minería del oro artesanal y en pequeña escala participan entre 10 y 15 millones de mineros, de los cuales 4,5 millones son mujeres y 1 millón son niños. Es posible que, como consecuencia del alza reciente del precio del oro, en los próximos años aumente la cantidad de mineros que usan mercurio. <sup>2</sup>

La exposición al mercurio es un peligro para la salud cada vez más latente. Estudios recientes muestran que la exposición puede ocurrir en el ambiente, en los entornos laborales y en los domésticos. Los niños y gestantes particularmente son más vulnerables al mercurio. Se han demostrado efectos como el deterioro del desarrollo del sistema nervioso central, así como a

daño pulmonar y renal, entre otros. La especiación orgánica del mercurio es considerada de mayor toxicidad que en su forma elemental; y el metilmercurio es la fuente más común de exposición a través del consumo de alimentos contaminados, principalmente en productos pesqueros. Este compuesto es altamente tóxico por su acumulación en el tejido nervioso, lo que ha hecho de este tipo de intoxicación un problema de salud pública. <sup>3</sup>

La minería del oro artesanal y en pequeña escala es, por sí sola, la mayor fuente de liberación intencional de mercurio del mundo, la cual:

- Somete a los trabajadores a una grave exposición; libera mercurio en el medio ambiente y crea riesgos para los habitantes de las comunidades cercanas, quienes comen pescado contaminado con mercurio. Las mujeres en edad de procrear y los niños son los más vulnerables;
- Tiene como resultado una extensa degradación del medio ambiente y la contaminación del ecosistema, efectos que pueden perdurar durante varias décadas después del cese de las actividades mineras.<sup>2</sup>

#### 2.1.2 Mercado mundial del oro.

Dado al importante rol que juegan el desarrollo de la demanda y el precio del oro en el debate en torno a cómo mejorar las condiciones de vida de los mineros artesanales, se explicará a continuación la cadena de valor de este metal. Es uno de los elementos más escasos de la tierra y desde hace milenios tiene gran importancia para diferentes culturas del globo. El oro servía y sirve ante todo para la elaboración de joyas, como medio de pago y como reserva para tiempos de escasez. Lo que lo hace tan atractivo para las personas es su hermoso color, su valor estable y su maleabilidad, que facilita mucho su elaboración. A parte de esto, es una materia fácil de reciclar. <sup>1</sup>

El precio del oro en el mercado internacional lleva dos años a la baja, de 1,611 dólares que estaba en el 2012 a 1,270 dólares por onza al primer semestre de 2014, lo que representó una disminución de 21.16% en el valor del metal. Esto abrió la oportunidad de realizar grandes compras del metal precioso por parte de India y China, que adquirieron 736 toneladas de las 980 producidas en la primera mitad de 2013. Dicha situación no logró estabilizar los precios y a finales del 2013 el metal precioso terminó con una caída de 28.03% a 1,204.9 dólares por onza, poniendo fin a una racha alcista de 13 años consecutivos. La causa del desplome en el precio es atribuible al propio mecanismo de transmisión de la política monetaria expansiva, adoptada por los países desarrollados, principalmente Estados Unidos, para reactivar su economía. Finalmente, a mediados del 2014 los precios del oro muestran una recuperación lenta, al subir 5.41% a 1,270.1 dólares por onza.<sup>4</sup>

### 2.1.3 Minería a gran escala.

La mayor parte de la minería aurífera procede de grandes y modernas minas, con vasta maquinaria, en las cuales sólo trabajan unos cientos o miles de personas respectivamente. Las cifras respecto a la cantidad de oro explotado por los mineros artesanales varían mucho. En los años pasados se estimaba que extraían alrededor de 330 toneladas y con ello aproximadamente el 12 por ciento de la producción total. Actualmente incluso se habla de hasta un 25 por ciento, es decir, alrededor de unas 500 toneladas. El elevado precio del oro ha llevado a que la cantidad de mineros artesanales haya aumentado en los últimos años entre 13 y 20 millones aproximadamente. Estas son sólo estimaciones, ya que no se dispone de datos exactos. \*



La mayor parte de la minería aurífera procede de grandes y modernas minas, con vasta maquinaria, en las cuales sólo trabajan unos cientos o miles de personas respectivamente. Las cifras respecto a la cantidad de oro explotado por los mineros artesanales varían mucho. En los años pasados se estimaba que extraían alrededor de 330 toneladas y con ello aproximadamente el 12 por ciento de la producción total. Actualmente incluso se habla de hasta un 25 por ciento, es decir, alrededor de unas 500 toneladas. El elevado precio del oro ha llevado a que la cantidad de mineros artesanales haya aumentado en los últimos años entre 13 y 20 millones aproximadamente. Estas son sólo estimaciones, ya que no se dispone de datos exactos, A diferencia de la minería a gran escala, altamente dotada de maquinaria, en la que trabajan relativamente pocas personas, la minería a pequeña escala ocupa a una gran cantidad de personas. Juntas, generan un gran volumen de producción: partiendo de 300 toneladas y multiplicándolas por el precio promedio del oro del año 2011 de 1.570 USD por onza (31,15 gramos), el precio del mercado mundial para esta cantidad era de unos 15 mil millones de dólares Estadounidenses del cual los mineros sólo reciben una pequeña parte.\* Las cifras sobre las cantidades extraídas de oro varían levemente, dependiendo de la fuente. Esto se debe en parte a que China ha pasado a ser el país productor más grande del mundo y precisamente allí los registros de datos son muy deficientes.\*\*

---

<sup>1</sup> \* Keane, 2009a, p. 9; Telmer, 2009; DERA, 2011, p. 3

<sup>2</sup> \*\* Olden, 2010, p. 4

## Producción Minera de Oro.

<b>PAIS (en toneladas)</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>
China	180	225	345
Australia	300	262	255
USA	353	226	230
Sudáfrica	431	295	190
Rusia	126	169	190
Perú	133	208	170
Indonesia	124	140	120
Ghana	s/d	s/d	s/d
Canadá	150	115	90
Uzbekistán	s/d	s/d	90
RD del Congo	s/d	s/d	s/d
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>2.550</b>	<b>2.470</b>	<b>2.500</b>

Fuente: USGS Online; \*Estimaciones.<sup>2</sup>

Gracias al alto valor del oro, a lo largo de la historia humana probablemente sólo se ha perdido un cinco por ciento de la cantidad total explotada. Alrededor del 80 por ciento del oro hoy existente fue explotado en el siglo XX, Se calcula una reserva actual de oro a nivel mundial de 166.600 toneladas que se reparte de la siguiente manera:

- 84.200 t (51%) fueron transformadas en joyas,
- 31.100 t (19%) pertenecen a inversionistas privados,

---

<sup>2</sup> 1 tonelada = 32.150,7 onzas.

- 29.000 t (17%) se encuentran en mano del sector público,
- 18.700 t (11%) fueron utilizadas para productos industriales <sup>\*\*\*3</sup>

#### 2.1.4 Mineros artesanales y problemas globales.

Los mineros artesanales no forman un grupo homogéneo. Hay mineros artesanales que realizan su oficio con los medios más sencillos y otros que disponen de pequeñas máquinas. Junto a los clanes familiares y cooperativas operan una gran cantidad de personas autónomas. Muchos trabajan como empleados para los propietarios de las minas, quienes invierten en la minería. En algunas zonas, los mineros trabajan dispersos en grandes superficies, en otras, se concentran miles de personas en un espacio de trabajo pequeño. En general, se puede decir que la explotación de materias primas en la minería artesanal que emplea herramientas sencillas, muy poca o ninguna maquinaria, supone un trabajo muy laborioso. Este es el caso de materias primas valiosas como el oro, el diamante, las piedras preciosas, tantalio y estaño como el de productos de consumo como la algodonita, la mina de hierro o piedras para la construcción. <sup>1</sup>

#### 2.1.5 Minería artesanal y sus procesos de extracción.

Los sistemas estudiados de extracción y concentración de oro incluyen los procesos de extracción aluvial y subterránea de oro, transporte hacia el proceso de tratamiento y de concentración a un 99.5% (Caso 1) o a un 80% (Caso 2). De acuerdo con la EPA (Environmental Protection Agency), la concentración significa mejorar el grado del oro, por

---

<sup>3</sup> \*\*\* WGC, 2011a,p. 41-42

flotación, concentración de la gravedad, amalgamación, cianuración u otros procesos. En estos casos de estudio el proceso de amalgamación es utilizado. \*\*\*\*<sup>4</sup>

En las fases de amalgamación, fundición y refinación se producen emisiones de mercurio en forma elemental y de vapor durante la separación oro - mercurio especialmente en el momento de la quema abierta, fuente de mayores emisiones. También existen emanaciones debido a derrames por la mala manipulación de este elemento en el almacenamiento y el transporte. La amalgamación puede hacerse anterior, simultánea o posteriormente a la molienda o concentración. La amalgamación consiste en agregar mercurio (azogue) al material explotado o procesado, cuando este entra en contacto con el oro libre lo atrapa, formando la amalgama (aleación oro – mercurio) de color blanco brillante y viscosa. <sup>5</sup> (FIGURA 1).

La amalgamación puede llevarse en flujo abierto en la trituración, la molienda y la concentración en canaletas y planchas amalgamadoras, o en circuito cerrado en el lavado del material procesado y concentrados, en barriles o tambores amalgamadores; esta combinación de procesos es de cuidado y puede ser sumamente dañina para el medio ambiente por producir elevadas cantidades de harina de mercurio que permanecen en las colas. El metal precioso se recupera en la fundición y refinación, mediante el calentamiento de la amalgama, “quema de la amalgama”, se hace en un recipiente por lo general al aire libre, este es el proceso preferido por “los entables”, plantas o beneficiaderos del oro informales y algunas compra ventas de oro, produciendo emisiones atmosféricas de vapor de mercurio con afectación en la salud del personal que realiza esta labor y de la comunidad que se encuentra cerca.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> \*\*\*\* ISO 14040:2006, Environmental Management - Life Cycle Assessment Principles and Framework.

## 2.1.6 Sustancias químicas usadas comúnmente en la minería.

### 2.1.6.1 Cianuro.

La industria minera, en particular la industria minera del oro, ha estado utilizando el cianuro en sus procesos productivos durante muchas décadas. Aunque generalmente se piensa que el cianuro es una sustancia mortal, en realidad es una sustancia química ampliamente utilizada, esencial para el mundo moderno. La clave para su uso seguro es la implementación de sólidas prácticas de manejo. El cianuro es uno de los pocos reactivos químicos que disuelven el oro en agua. Es una sustancia química industrial común que se consigue fácilmente a un precio razonablemente bajo. Por razones técnicas y económicas, el cianuro es la sustancia química elegida para la recuperación del oro del mineral. El cianuro ha sido utilizado en la extracción de metales desde 1887 y actualmente se le utiliza y maneja en forma segura en la recuperación de oro en todo el mundo. Las operaciones mineras para la extracción de oro utilizan soluciones muy diluidas de cianuro de sodio, típicamente entre 0.01% y 0.05% de cianuro (100 a 500 partes por millón).<sup>7</sup>

Cianuro es un término general que se aplica a un grupo de sustancias químicas que contienen carbono y nitrógeno. Los compuestos de cianuro contienen sustancias químicas (antropogénicas) que se encuentran presentes en la naturaleza o que han sido producidas por el hombre. Existen más de 2,000 fuentes naturales de cianuro, entre ellos, distintas especies de artrópodos, insectos, bacterias, algas, hongos y plantas superiores. Las principales formas de cianuro producidas por el hombre son el cianuro de hidrógeno gaseoso y el cianuro sólido de sodio y de potasio. Debido a sus propiedades únicas, el cianuro se utiliza en la fabricación

de partes metálicas y en numerosos productos orgánicos comunes como los plásticos, las telas sintéticas, los fertilizantes, los herbicidas, los tintes y los productos farmacéuticos.<sup>7</sup> (FIGURA 2).

Usos industriales del cianuro.

Anualmente se utiliza más de un millón de toneladas de cianuro, que representan alrededor del 80% de la producción total, en la producción de químicos orgánicos como el nitrilo, el nylon y los plásticos acrílicos. Otras aplicaciones industriales incluyen la galvanoplastia, el procesamiento de metales, el endurecimiento del acero, las aplicaciones fotográficas y la producción de goma sintética. Los cianuros de hierro se utilizan con frecuencia como aditivo anti aglutinante en la sal usada para derretir el hielo en los caminos. El cianuro de hidrógeno gaseoso se ha utilizado ampliamente para exterminar a los roedores y depredadores grandes, y en la práctica hortícola, para controlar las plagas de insectos que han desarrollado resistencia a otros pesticidas.<sup>7</sup>

Además, el cianuro se utiliza en productos farmacéuticos como el laetril, una sustancia para combatir el cáncer, y el nitroprusiato, una droga para reducir la presión arterial. Los compuestos de cianuro también se utilizan en vendas quirúrgicas que promueven la cicatrización y reducen las cicatrices. El 20% restante de la producción de cianuro se utiliza para fabricar cianuro de sodio, una forma sólida de cianuro cuya manipulación es relativamente fácil y segura. De este porcentaje, el 90%, es decir, el 18% de la producción total, se utiliza en minería en todo el mundo, mayormente para la recuperación de oro.<sup>7</sup>

Uso del cianuro en la producción del oro.

Una de las razones para el alto valor adjudicado al oro es su resistencia al ataque de la mayoría de los químicos. Una excepción es el cianuro o, más específicamente, una solución que contiene cianuro y que disuelve el metal precioso. El cianuro se utiliza en minería para extraer oro (y plata) del mineral, en particular mineral de baja ley y mineral que no puede tratarse fácilmente mediante procesos físicos simples como la trituración y la separación por gravedad. (FIGURA 3).

El uso de soluciones a base de agua para extraer y recuperar metales como el oro se denomina hidrometalurgia. Las operaciones de minería del oro utilizan soluciones muy diluidas de cianuro de sodio (NaCN), típicamente entre 0.01% y 0.05% de cianuro (100 a 500 partes por millón). El proceso de disolución de metales se denomina lixiviación. El cianuro de sodio se disuelve en agua donde, en condiciones ligeramente oxidantes, disuelve el oro contenido en el mineral. La solución resultante que contiene oro se denomina “solución cargada”. Luego se agrega zinc o carbón activado a la solución cargada para recuperar el oro extrayéndolo de la solución. La solución residual o “estéril” (es decir, carente de oro) puede recircularse para extraer más oro o enviarse a una instalación para el tratamiento de residuos.<sup>7</sup>

Existen dos enfoques generales para la lixiviación del oro de un mineral mediante el cianuro: la lixiviación en tanque y la lixiviación en pila (por percolación). La lixiviación en tanque es el método convencional por el cual el mineral aurífero se tritura y se muele hasta reducirlo a menos de un milímetro de diámetro. En algunos casos se puede recuperar parte del oro de este material finamente molido como partículas discretas de oro mediante técnicas de separación por gravedad. En la mayoría de los casos, el mineral finamente molido se lixivia directamente en tanques para disolver el oro en una solución de cianuro. Cuando el oro se recupera en una planta convencional de lixiviación en tanque, la solución estéril se recogerá

junto con los residuos sólidos (relaves) en un sistema de depósitos de relaves. Allí, parte de la solución permanecerá dentro de los poros de los relaves sedimentados y parte se decantará y se recogerá en un estanque encima de los relaves, desde donde se la recicla y se la envía nuevamente a la planta. En la mayoría de las plantas, debido a la acumulación de impurezas, algunas de las soluciones que contienen cianuro deben ser bombeadas a un sistema de tratamiento para su eliminación.<sup>7</sup> (FIGURAS 4 Y 5).

Efectos en la salud por el cianuro.

Su acción biológica lo caracteriza como un inhibidor enzimático no específico; inhibe varias enzimas, tales la succinil deshidrogenasa, la superóxido dismutasa, la anhidrasa carbónica, la citocromooxidasa y otras, bloqueando la producción de ATP e induciendo hipoxia celular. El sistema nervioso central (SNC) es su órgano blanco primario, pero también la tiroides y el riñón. En animales, se ha demostrado que puede producir feto toxicidad y efectos teratógenos, como encefalocele, anencefalia y anomalías en el desarrollo de los arcos costales. El cuadro clínico describe deterioro mental, trastornos visuales por atrofia del nervio óptico, alteraciones tiroideas, dermatitis de características variables, aunque siempre con el fondo de una piel color rojo cereza, debido al incremento de la saturación de la hemoglobina en sangre venosa. En determinados casos se puede hallar cianosis.<sup>8</sup>

La exposición a cianuro ocurre en variedad de ocupaciones, que van de la metalurgia a la industria de plásticos y a los bomberos. La población general se puede exponer al cianuro por inhalación de aire ambiental contaminado, ingestión de agua contaminada o alimentos como la yuca, raíz liliácea alimenticia que contiene glucósidos cianogénicos que cuando se metabolizan in vivo liberan el núcleo funcional  $-C\equiv N$ . No se dispone de bioensayos o estudios epidemiológicos suficientes para determinar los efectos carcinógenos del cianuro,



por lo que aún se le considera en el ‘grupo D’ de los ‘no clasificables como carcinógenos humanos.’<sup>8</sup>

Efectos ambientales del cianuro.

Una planta hidrometalúrgica, independiente de su tamaño, tiene un gran potencial de contaminar el medio ambiente por la emisión no controlada de cianuro, metales pesados, arsénico, sulfuros y otros contaminantes resultantes de la degradación gradual del cianuro.

En síntesis, el cianuro descargado al medio ambiente proviene de:

- Purgas periódicas para mantener la calidad de la solución de lixiviación
- Filtraciones desde las canchas de relaves y estanques de almacenamiento de soluciones con cianuro (pozas de solución gastada, pozas de solución rica, etc.)
- Purgas en el rebose de la cancha de relaves para controlar el balance total del agua del sistema.
- Rebalse y colapso de pozos con soluciones de cianuro.

Entre los impactos ambientales más importantes causados por el uso de la cianuración en la pequeña minería se encuentran los siguientes:

- Contaminación de suelos, aguas subterráneas y aguas superficiales por el almacenamiento inadecuado de las colas de lixiviación, contaminadas con cianuro, sulfuros y metales pesados con arsénico.
- Contaminación de suelos, aguas subterráneas y aguas superficiales por la descarga de efluentes contaminados con cianuro y metales pesados sin control (por ejemplo de soluciones cansadas de cianuro).

- Contaminación ambiental por el inadecuado transporte, almacenamiento, manejo y disposición final de material impactado con cianuro y otras sustancias peligrosas.
- Intoxicaciones de la fauna silvestre y de ganado por falta de control de acceso a estanques con solución de cianuro.
- Contaminación del aire por la emisión de ácido cianhídrico y de polvo.
- Liberación de sustancias tóxicas luego del cierre.<sup>9</sup>

#### 2.1.6.2 Mercurio.

La exposición al mercurio es un peligro para la salud cada vez más latente. Estudios recientes muestran que la exposición puede ocurrir en el ambiente, en los entornos laborales y en los domésticos. Los niños y gestantes particularmente son más vulnerables al mercurio. Se han demostrado efectos como el deterioro del desarrollo del sistema nervioso central, así como a daño pulmonar y renal, entre otros. La especiación orgánica del mercurio es considerada de mayor toxicidad que en su forma elemental; y el metilmercurio es la fuente más común de exposición a través del consumo de alimentos contaminados, principalmente en productos pesqueros. Este compuesto es altamente tóxico por su acumulación en el tejido nervioso, lo que ha hecho de este tipo de intoxicación un problema de salud pública.<sup>3</sup>

Entre las intoxicaciones más referenciadas, está la intoxicación masiva por la descarga de mercurio en una planta de acetaldehído en Minamata (Japón) en la década de 1950, y la sucesiva ingesta de mariscos y pescados contaminados a lo largo del río Agano, Niigata, Japón, en la década de 1960; además, es importante referenciar el uso de mercurio como fungicida en Irak entre 1971 y 1972, en donde se generó un envenenamiento por el consumo de pan fabricado con granos tratados con órgano mercuriales. La contaminación por mercurio se reconoce como un problema ambiental geográficamente extendido y persistente.<sup>10</sup>

La principal vía de exposición de mercurio a los seres humanos es a través del consumo de productos de la pesca marina (peces, moluscos y crustáceos). En la mayoría pescados y productos pesqueros, el Hg se encuentra principalmente en la forma inorgánica y en concentraciones bajas ( $<20$  ng / g)<sup>7</sup>; sin embargo, se ha encontrado concentraciones de metilmercurio en niveles superiores a 1200ng/g en partes comestibles de tiburón, pez espada y atún; asimismo, se ha encontrado en peces de agua dulce. Cabe destacar que los efectos tóxicos del Hg dependerán de la forma química en la que se encuentre, siendo los el metilmercurio (MeHg) más tóxicos que el mercurio elemental y sus sales inorgánicas, ya que es absorbido eficientemente en el tracto gastrointestinal, pasa de la sangre al cerebro y traspasa la barrera de la placenta, afectando el sistema nervioso central causando daños irreversibles.<sup>11</sup>

Se han medido niveles elevados de metilmercurio en numerosas especies de peces marinos y de agua dulce de todo el mundo. Se encuentran niveles elevados en los peces depredadores de gran tamaño y en mamíferos que consumen peces. Los estudios de la exposición en diferentes zonas geográficas indican que una proporción importante de seres humanos y vida silvestre de todo el mundo está expuesta a niveles de metilmercurio que son motivo de preocupación, principalmente por el consumo de pescado contaminado.<sup>12</sup>

Se han notificado niveles elevados de mercurio elemental en el entorno de trabajo de plantas de cloro-álcali, minas de mercurio, fábricas de termómetros, refinerías, clínicas dentales y la minería y procesamiento de oro y plata extraídos con mercurio. Los efectos relativos de la contaminación local (como en las minas clausuradas), la exposición ocupacional y las tradiciones locales pueden variar considerablemente de un país a otro y se sabe que son importantes en algunas zonas.<sup>12</sup>

Principales fuentes de liberación del mercurio.

Las emisiones de mercurio se pueden agrupar en cuatro categorías:

- Fuentes naturales: liberaciones debidas a la movilización natural del mercurio tal como se encuentra en la corteza terrestre, como la actividad volcánica o la erosión en las rocas;
- Las actuales liberaciones antropógenas (asociadas con la actividad humana) resultantes de la movilización de impurezas de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles en particular el carbón, y en menor medida el gas y el petróleo y otros minerales extraídos, tratados y reciclados.
- Las actuales liberaciones antropógenas resultantes del uso intencional del mercurio en productos y procesos durante la fabricación, los derrames, la eliminación o incineración de productos agotados y liberaciones de otro tipo.
- La removilización de liberaciones antropógenas pasadas de mercurio anteriormente depositado en suelos, sedimentos, masas de agua, vertederos y acumulaciones de desechos o residuos.<sup>12</sup>

Desde el punto de vista toxicológico, existen tres formas de mercurio: mercurio elemental, mercurio inorgánico (sales de mercurio y óxido de mercurio) y mercurio orgánico. Cada una de estas especies químicas de mercurio posee espectros diferentes de toxicidad, aunque todas ellas tienen en común su capacidad de inducir cambios en los sistemas neuronales de los humanos.<sup>19</sup>

Los parámetros de la absorción, distribución y excreción del MeHg en los seres humanos están suficientemente descritos y los niveles medios en sangre y en el pelo son indicadores de la ingesta diaria e incluso se correlacionan para estimar los niveles de bio acumulación y

la ingesta diaria admisible para que no se presenten niveles de efectos adversos en la sangre y el cabello.<sup>13</sup> Las primeras teorías sobre la dinámica del MeHg en el cuerpo se atribuían su paso a través de la barrera hemato encefálica y de la placenta, y a su liposolubilidad. Pero en realidad está asociada a su carácter catiónico, lo cual aumenta su solubilidad en agua, y su movilidad a través de la formación de complejos tisulares, por la unión a grupos tiol de las proteínas, péptidos y aminoácidos. Se ha demostrado que su ingreso a las células endoteliales se hace por la formación de un complejo con cisteína de igual forma, se ha propuesto que el complejo metilmercurio-cisteína se transporta a través de la membrana celular, ya que la estructura de este compuesto se asemeja a la de la metionina y su intestinal probablemente se lleva a cabo por el mismo mecanismo. La principal vía de excreción es a través de las heces, lo que representa hasta un 90% de la excreción total.<sup>14</sup>

El complejo de metilmercurio-glutación, después de la secreción en la bilis, es descompuesto por las enzimas extracelulares en sus componentes, liberando así el metilmercurio acomplejado con cisteína, que a su vez se reabsorbe en el torrente sanguíneo y en las zonas más distales del tracto gastrointestinal.<sup>15, 16.</sup>

De igual forma, algunas moléculas pueden persistir en el tracto intestinal entrando en contacto con la micro flora intestinal, la cual rompe el enlace carbono-mercurio y libera el mercurio inorgánico para su eliminación en las heces, disminuida bajo la influenciada por antibióticos y favorecida por una dieta rica en fibra.<sup>17</sup> La metilación del mercurio inorgánico no parece tener lugar de forma significativa en los tejidos humanos o animales, incluso en personas expuestas a altos niveles de vapores de mercurio.<sup>18</sup>

Actividad minera en el salvador.

El Salvador es el país más pequeño en territorio, el más poblado y con el ecosistema más deteriorado en Centroamérica. Estas condiciones determinan que industrias extractivas como la minería de metales preciosos sean inviables económica, social y ambientalmente, principalmente porque todos los proyectos se ejecutarían sobre las cuencas del Río Lempa. Esta alerta es confirmada por los daños ambientales provocados por las actividades mineras realizadas en décadas pasadas en la zona nororiental del país (sur del departamento de Morazán y norte de San Miguel y La Unión), donde una decena de ríos están envenenados con cianuro, mercurio, cadmio y otros metales pesados que causan insuficiencia renal, cáncer y otras enfermedades mortales a los pobladores de la zona.<sup>20</sup>

A esto se suman los perjuicios que ya están generando las exploraciones mineras de Pacific Rim en el departamento de Cabañas, donde las perforaciones profundizan mantos acuíferos, secan nacimientos y dejan sin el vital líquido a centenares de familias. Esta empresa también ha provocado drenaje ácido en el Cerro Colorado y otros sitios de Metapán, en el occidental departamento de Santa Ana, según comprobó el Centro de Investigación sobre Inversión y Comercio (CEICOM). A pesar de esto, las compañías mineras canadienses, australianas y estadounidenses establecidas en el país insisten en ejecutar sus proyectos de explotación, sin importarles los daños ambientales, pérdidas económicas y confrontaciones sociales que éstos provoquen. Para lograr los permisos impulsan una fuerte ofensiva mediática con la que buscan engañar a la población con los beneficios de la supuesta “minería verde” y presionar al gobierno salvadoreño que, vale decirlo, muestra una sospechosa pasividad ante el problema.<sup>21</sup>En El Salvador existió actividad minera, en la región nororiental, durante unos 100 años, desde finales del siglo XIX (1880) hasta la década del setenta del siglo pasado.

Esta industria, aunque llegó a representar el 15% de las exportaciones en 1903 y el 16% en 1913, según los historiadores económicos, nunca significó un aporte real al desarrollo nacional, al contrario, se trató de un vil saqueo de los recursos minerales del país.<sup>22</sup> Lo que sí dejó la explotación minera de aquella época, y que permanece hasta hoy, son los daños ambientales. Un estudio del CEICOM, efectuado por el químico italiano Flaviano Bianchini, en septiembre de 2007, determinó que el Río San Sebastián, en Santa Rosa de Lima (departamento de La Unión) está contaminado con venenos mortales como cianuro y metales pesados como manganeso, aluminio y hierro. El estudio señala que en este río no hay peces, anfibios y ni siquiera insectos se observan en las riberas.<sup>22</sup>

También Rafael Cartagena y otros vulcanólogos del Instituto de Ciencias de la Tierra de la Universidad de El Salvador (UES), examinaron el agua de siete ríos que confluyen en el Río Grande de San Miguel, provenientes de El Divisadero, Jocoro y San Carlos, antiguas zonas mineras en el sur de Morazán. Los investigadores encontraron cantidades de mercurio y cadmio que superan con creces los estándares de la EPA y OMS. De mercurio 36 veces más y de cadmio 72 veces arriba de lo permitido.<sup>23</sup> Estos metales pesados, incorporados al cuerpo humano a través de alimentos vegetales y animales, el aire y el agua, están causando estragos en la salud de los pobladores. De hecho, la insuficiencia renal es la primera causa de muerte en el Hospital de San Miguel, el principal centro de salud pública al que asisten los habitantes de la zona.<sup>24</sup>

Es necesario aclarar que la minería que dejó estas secuelas era de menor escala y con métodos artesanales. Por tanto, la extracción de metales preciosos a gran escala que ahora Pacific Rim y otras compañías pretenden ejecutar en toda la zona norte del país provocaría un desastre ambiental. Dina Larios advierte que las recargas acuíferas de esa región serían destruidas, los ríos se convertirían en cloacas pues sus caudales son inferiores a las cantidades de agua

residual que saldría de las minas y sería el acabose para el principal afluente del país: el Río Lempa.<sup>25</sup>

En el estudio de impacto ambiental de su proyecto minero El Dorado (San Isidro, Cabañas), Pacific Rim presenta datos espeluznantes, reveladores de la dimensión casi inimaginable de la tragedia ambiental, social y económica que sufriría el país si el gobierno y la población permiten la explotación minera. Por ejemplo, declara la empresa canadiense que utilizaría, sólo en la mina El Dorado, 10.4 litros de agua por segundo, es decir casi 900 mil litros diarios, la misma cantidad que abastecería a una familia promedio durante 20 años. Y resulta que son 29 proyectos mineros los que Pacific Rim, Martinique Minerals, Minerales Morazán y otras compañías mineras extranjeras pretenden realizar en toda la franja norte del país, desde Metapán, Santa Ana (occidente), hasta Santa Rosa de Lima, en La Unión (oriente). Toda esa zona del territorio contiene la principal reserva estratégica de agua debido a las áreas de recarga hídrica y la gran cantidad de ríos que abastecen al Lempa, de donde proviene el 50% del agua potable del área metropolitana de San Salvador.<sup>26</sup>

Otro dato revelador que ofrece la compañía minera en su solicitud de permiso ambiental presentada al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es el uso de 2 toneladas diarias de cianuro sólo en la mina El Dorado. Este veneno está prohibido en muchos países mineros y en varios estados de Canadá y Estados Unidos debido a los graves daños que causa a la salud de las personas, sin embargo, éste sería el químico que todas las empresas mineras utilizarían en El Salvador para separar el oro del resto de las rocas.<sup>27</sup> Durante un año, en El Dorado, Pacific Rim usaría 720 toneladas de cianuro y un total de 8,640 toneladas, si la extracción de metales preciosos durara 10 años. Si todas las minas tuvieran igual duración y



utilizaran la misma cantidad de cianuro que la de El Dorado, sería 250,560 toneladas en los 29 proyectos.<sup>28</sup>

La jerarquía católica salvadoreña fundamenta su férrea oposición a la explotación minera en su crítica al uso del cianuro. Incluso, el arzobispo de San Salvador, Fernando Sáenz Lacalle, quien se graduó en Química antes de ser obispo, considera que el sistema de descontaminación INCO pregonado por Pacific Rim, es “una leyenda”. Este proceso, según la empresa minera, consiste en degradar el cianuro exponiendo el agua residual en enormes pilas para que, con el aire y el sol, este tóxico se evapore. El arzobispo tiene razón porque no está probado en ningún país del mundo que este sistema es efectivo. Lo que sí está demostrado es lo contrario, pues en la mina San Martín, del Valle de Siria, la empresa Minerales Entre Mares utiliza el proceso INCO, sin embargo, está generando contaminación grave e irreversible al agua y al medio ambiente.<sup>29</sup>

La explotación minera tendría un impacto negativo en la productividad y en la economía del país. Contrario al desarrollo económico que anuncia Pacific Rim y demás empresas extractivas, la escasez del agua y la contaminación de ríos, suelos y aire perjudicarían la producción pesquera, agrícola, ganadera e industrial, principalmente la de alimentos, bebidas y todas las que tienen en el agua su materia prima fundamental.<sup>30</sup> Por eso la Comisión Nacional de Desarrollo, el equipo gubernamental que elaboró el proyecto de desarrollo de la zona norte que se ejecuta con fondos de la Corporación Reto del Milenio (MCC), advierte sobre la incompatibilidad de la explotación minera con los componentes de reactivación productiva, aumento del desarrollo humano y protección del medio ambiente.<sup>30</sup>

La explotación minera no sólo eliminaría cualquier posibilidad de desarrollo nacional, sino que además profundizaría problemas como la crisis alimentaria. Así lo plantea CEICOM en

su estudio “Impactos en la Producción Agropecuaria de las Zonas de Exploración Minera, en el Marco de la Crisis Alimentaria”, el cual detalla que en los departamentos amenazados por la minería (Santa Ana, Chalatenango, San Salvador, Cabañas, Morazán, San Miguel y La Unión) se produce el 46.6% de los granos básicos del país: 49.8% de frijol, 47.3% de maíz, 46% de sorgo y el 28% de arroz. La investigación refiere que en los departamentos mencionados se encuentra el 50.1% del área cultivable de frijol (62,595.4 manzanas), el 49% de maíz (167,976 manzanas.), el 50.4 % de sorgo (64,198 manzanas) y el 64.2% del área cultivable de arroz (1,835 manzanas). Y en estas áreas se producen 994,574 quintales de frijol, 7.717,351 quintales de maíz, 1.656,243 quintales de sorgo y 191,230 quintales de arroz cada año.<sup>31</sup>

“Las áreas cultivadas de estos granos alcanzan 296,604.12 manzanas (49% del área nacional agrícola), con una producción de 10.559,398.13qq (46.6% de la producción nacional) Esto es estratégico en la economía, pues el maíz, frijol y arroz son productos esenciales de la canasta básica alimentaria y su producción la realizan miles de familias campesinas”, sostiene el estudio.<sup>31</sup>

Según la investigación, la minería afectaría al 60% de la producción alimentaria (cereales, carne, leche, huevos, frutas, verduras y miel), pues algunos departamentos no tienen proyectos mineros, pero serían alcanzados por la contaminación. La Libertad, por ejemplo, produce granos básicos en su zona norte, la cual sería perjudicada por las minas del norte de San Salvador y del sur de Chalatenango. “Por tanto, es previsible que se profundice la desarticulación de la agricultura en la zona norte. Esto incrementaría los riesgos en la seguridad y soberanía alimentaria del país”, advierte el estudio.<sup>32</sup> Aún sin haber iniciado la explotación, en Cabañas ya abundan los casos de personas cuyas actividades productivas y

medios de vida han sido trastocados por las actividades de Pacific Rim. Rolando Amaya, un ganadero de San Isidro, no tiene agua para su ganado porque los nacimientos de su pastizal de 55 manzanas, en el caserío El Palmito, se secaron después de que la compañía minera profundizó las venas de agua con sus perforaciones de exploración.<sup>33</sup>

#### Conflicto Social.

En Trinidad, Pacific Rim encontró un rechazo total de las comunidades, que la obligaron a retirarse y a prometer no regresar. Sin embargo la empresa minera inició una sutil estrategia de compra de voluntades de algunos líderes y miembros de las asociaciones de desarrollo comunal (ADESCOS). Con dinero, “regalitos”, jornadas médicas, etc. la compañía canadiense puso a su favor a una parte de la comunidad que ahora se dedica a agredir constantemente a sus mismos familiares y vecinos que mantienen firme su postura contra los proyectos extractivos.<sup>34</sup>

El Salvador ha sido propicio para la contaminación institucional que provoca Pacific Rim, dada la debilidad de la mayoría de instituciones, la ausencia del estado de derecho y a la actitud corrupta de muchos funcionarios públicos. Críticos de las empresas mineras, como el médico hondureño Juan Almendares, sostienen que estas compañías llegan a países como El Salvador, Honduras o Guatemala confiados en que sus instituciones son fáciles de corromper. Los diputados del PCN, apoyados por algunos de ARENA y PDC, promueven en el Parlamento una propuesta de nueva ley minera elaborada por los abogados de Pacific Rim. La Mesa Nacional frente a la Minería sospecha que esto es a cambio de financiamiento electoral u otro tipo de prebenda, pues dirigentes de dicho partido admiten tener compromisos con la empresa minera y nunca han desmentido las imputaciones que se les hacen.<sup>35</sup> También la Asamblea Legislativa se pronunció contra los proyectos mineros. En un recomendable

parcial al Ejecutivo, aprobado el 26 de octubre de 2007, destaca en sus considerandos la necesidad de “evitar la depredación del medio ambiente, especialmente en las zonas de recarga hídrica y en las cuencas de los ríos Lempa, Sumpul, Torola y Goascorán, amenazadas por los proyectos de extracción de metales preciosos”<sup>36</sup>

El recomendable solicitó al gobierno, “presentar de manera urgente las reformas que cierren los vacíos legales que permiten la destrucción del ecosistema como resultado de la exploración y explotación minera”. También planteó la realización de “una evaluación ambiental estratégica de la actividad minera, aprobar una ley de uso y comercialización del agua, establecer licencias sociales para obras que afectan el ambiente y regular las concesiones, mecanismos de fiscalización y de solución de conflictos.”<sup>37</sup>

#### Actividad Minera en el Cantón San Sebastián.

En el extremo oriente del país, el cantón San Sebastián, jurisdicción de Santa Rosa de Lima en La Unión, es fiel ejemplo de un olvido extremo por parte de las instancias públicas, pese a estar al pie de la mina de oro más prolífica del país. Una mina explotada por la compañía estadounidense Commerce Group desde 1968 hasta principios de la década de los 80 y de la cual se alega haber extraído un total de 7 mil millones de dólares en oro, de los cuales no se observa ningún beneficio para la comunidad. La lista de tribulaciones es larga en San Sebastián: El color azufrado de las aguas del río San Sebastián, da una deprimente bienvenida a una comunidad que de acuerdo a sus habitantes, solo es visitada cuando candidatos a diputados y alcaldes buscan el voto. (FIGURA 6).<sup>38</sup>

El nivel de acidez que presentan estas aguas (pH entre 4 y 5 puntos) las hace inadecuadas para el consumo humano, comenta la investigadora Cidia Cortez del Centro de Investigación

sobre Inversión y Comercio (CEICOM). De acuerdo a Cortez, la roca sulfurosa arrastrada desde la mina, que además tiene altas cantidades de hierro, vuelve rojizas las aguas al entrar en contacto. Empero, los animales siguen abasteciéndose de estas aguas y se teme que a través de la cadena alimenticia, las sustancias nocivas que arrastra la mina estén entrando en el organismo de las personas. Cortez hace ver además otro detalle: Río arriba, el espejo de agua es un poco más claro por lo que la gente la ocupa con un poco más de confianza, pero afirma que está igual de contaminada. (FIGURA 7).<sup>38</sup>

Los especialistas de CEICOM mencionan que los contaminantes en el agua y el suelo están relacionados principalmente con insuficiencias renales y el raro síndrome Guillain–Barré, que afecta mortíferamente el sistema nervioso. Reportes en la zona retomados por CEICOM, hablan de 6 casos conocidos de dicho síndrome en la comunidad, la cual consta de 3 mil habitantes. En el mercado internacional, la onza de oro se cotiza en el mercado de Nueva York a 1480 dólares. En marzo de 2011, el CIADI desestimó la demanda de Commerce Group, debido a que no atendió los procedimientos sobre el mismo caso ante la Sala de lo Contencioso Administrativo de la Corte Suprema de Justicia de El Salvador.<sup>38</sup>

En 2009, la empresa canadiense Pacific Rim interpuso una demanda por 77 millones de dólares, argumentando los gastos de inversión en los que incurrió, desde 2005, para la exploración minera en la Mina el Dorado, en Cabañas. Dicha mina posee cerca de un millón 400 mil onzas de oro. El CIADI desestimó en 2009 dicha demanda y en junio de 2012 dictaminó que el litigio se resolvería con base a la Ley de Inversiones y no bajo el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos (TLC), como la compañía minera esperaba. A principios de abril, la subsidiaria en Estados Unidos de la minera canadiense, Pacific Rim Cayman LLC, aumentó el monto de la demanda contra el Estado salvadoreño por 315

millones de dólares. La intervención de Pacific Rim en el departamento de Cabañas ha sido objeto de conflictos contra quienes se oponen a dichos proyectos y ya se han denunciado en el pasado varios asesinatos de activistas y amenazas de muerte.<sup>38</sup>

Nefropatía Crónica Asociada a la Exposición Ocupacional al Mercurio.

El mercurio, metal pesado ampliamente utilizado por el hombre, es muy tóxico; produce daño al sistema nervioso central, perturbaciones del comportamiento y lesiones renales. Se acumula en todos los seres vivos y no es esencial para ningún proceso biológico. La toxicidad del mercurio está directamente relacionada con su estado químico. El metilmercurio es la forma más dañina, con efectos neurotóxicos en adultos y en fetos de madres expuestas. El mercurio metálico no es menos tóxico. Las sales de mercurio inorgánico afectan directamente al riñón. Clínicamente, en la exposición ocupacional a mercurio se encuentra la triada clásica: temblor, alteración de la personalidad y estomatitis. En los últimos años se ha demostrado también alteración en la visión cromática. La exposición aguda se evalúa midiendo el mercurio en la sangre, mientras que la exposición crónica y ocupacional se determina mejor dosándolo en orina homogenizada de 24 horas. Los quelantes del metal -BAL, sus derivados o la D-penicilamina- son usados para tratar la intoxicación aguda o crónica.<sup>39</sup>

En relación al transporte y distribución, absorbido el mercurio es transportado por la sangre en un ratio glóbulo rojo/plasma entre 1,5 a 3. Para sus sales inorgánicas, esta relación es menor: 0,4. En general, el 90% de los compuestos orgánicos se transporta en las células rojas, mientras que 50% del mercurio inorgánico es transportado unido a la albúmina. Como norma, a partir de la sangre su distribución en el organismo tiende a alcanzar un estado de equilibrio dinámico determinado por dosis, duración de la exposición, grado de oxidación, concentración de sus compuestos en la sangre, concentración en relación con grupos

sulfhídricos libres, afinidad con los componentes celulares y velocidad de asociación/disociación del complejo mercurio-proteína.<sup>39</sup>

Sin embargo, cabe destacar su gran afinidad por el encéfalo, quizá porque la mayor parte del mercurio circulante va al cerebro, más que a hígado o riñón. En el encéfalo, tiene mayor afinidad por la sustancia gris que por la blanca. Los niveles más altos de mercurio son hallados en ciertos grupos neuronales del cerebelo, médula espinal, pedúnculos y mesencéfalo, aunque también se le ha detectado en epitelio de tiroides y páncreas, en células medulares de las glándulas adrenales, en espermatozoides, epidermis y cristalino.<sup>39</sup>

Se estima que el contenido normal de mercurio en el organismo humano oscila entre 1 y 13 miligramos, del cual 10% es metilmercurio. Su distribución en el organismo es: músculo 44 a 54%, hígado 22%, riñón 9%, sangre 9 a 15%, piel 8%, cerebro 4 a 7% e intestino 3%.<sup>40</sup>

La biotransformación del mercurio se realiza por cuatro vías:

1. Por oxidación del vapor de mercurio metálico a mercurio divalente: La oxidación, mediada por la hidrógeno peróxido-catalasa en los peroxisomas, determina el tiempo de permanencia del vapor inhalado (crucial para alcanzar sitios sensibles), al disminuir su liposolubilidad y por tanto su toxicidad, pero la tendencia a la bioacumulación aumenta cuando esta oxidación se realiza en los tejidos. El mercurio tiene gran afinidad por los grupos -SH de las proteínas. Éstos son tan abundantes que solo le permiten una breve presencia en estado iónico. El mercurio se une también a grupos fosforilos, carboxilo, amida y amina.

2. Por reducción del mercurio divalente a mercurio metálico: la reducción es mediada el sistema xantina oxidasa. Se ha demostrado el proceso contrario en animales de experimentación (rata, ratón) y en humanos.
3. Por metilación del mercurio inorgánico: Se ha demostrado la metilación de mercurio inorgánico en ratas, pero solo entre 0,05 y 0,26% de la dosis administrada. Se desconoce el lugar exacto de esta metilación, aunque se supone pueda ser el hígado. La metilación no ha sido demostrada en humanos.
4. Por conversión del metilmercurio en mercurio inorgánico. En la exposición laboral crónica se conoce el proceso de bio desmetilación en varios tejidos, pero es en el hígado donde se realiza en mayor proporción.<sup>41</sup>

#### Toxicodinamia del Mercurio.

Al revisar la acción sobre los sistemas enzimáticos, el mercurio es tóxico, porque precipita las proteínas sintetizadas por la célula, principalmente las neuronas, y porque inhibe los grupos sulfhidrilo de varias enzimas esenciales. En estado iónico, se fija a los grupos celulares ricos en radicales -SH, altera varios sistemas metabólicos y enzimáticos de la célula y su pared e inhibe la síntesis de proteínas en la mitocondria, afectando su función energética. En el riñón disminuye la actividad de las fosfatasa alcalinas de los túbulos proximales y altera el transporte de potasio y la ATP-asa en la membrana. En el encéfalo, la neurona de cerebro y cerebelo es la parte más sensible. En el sistema enzimático, inhibe enzimas esenciales: catalasas plasmáticas, colineste rasa globular, glutatión-reductasa globular, glutatión-reductasa cerebral, galactoxidasa, dopa-decarboxilasa, monoamino-oxidasa, glicero



fosfatasa, succino-deshidrogenasa, di y trifosfo-piridín-nucleótido. Por todo esto, el mercurio puede causar lesión celular en cualquier tejido donde se acumule en concentración suficiente.<sup>42</sup>

En varios órganos, incluido el riñón, y al igual que cadmio, cobre y zinc, el mercurio induce la formación de metalotioneína, un receptor proteico de peso molecular bajo, y se une a ella, saturando sus propios receptores. Cuando por la gran cantidad de tóxico presente la metalotioneína se forma en exceso, causa alteraciones orgánicas en el mismo sitio de su producción.<sup>42</sup>

#### Mercurialismo Ocupacional.

El diagnóstico de mercurialismo ocupacional en nuestro país no es frecuente, pero la sola presencia del metal en una actividad industrial debería ser suficiente para considerarlo en el diagnóstico diferencial con alguna otra intoxicación industrial. La industria minera formal maneja programas específicos de gestión para el control del riesgo en sus trabajadores. No sucede lo mismo en la pequeña y mediana industria aurífera de los ríos amazónicos, donde se extrae oro adicionando mercurio (azogue) a la grava, lo que condiciona riesgo no solo para los trabajadores, muchas veces niños, sino también para poblaciones ribereñas.<sup>43</sup>

El diagnóstico cierto de mercurialismo ocupacional pasa por considerar los antecedentes de trabajo y lugar de procedencia, los factores determinantes de toxicidad, el estado físico y tipo de compuesto mercurial y la vía de ingreso.

Con relación a los antecedentes de trabajo y lugar de procedencia, como en toda enfermedad ocupacional, un diagnóstico preciso debe establecer relación causa–efecto. Por tanto, para que exista mercurialismo consecuente al trabajo tiene que haber necesariamente antecedente

de exposición ocupacional. En cuanto a procedencia del trabajador, considerar que el mercurio se puede encontrar en muchas industrias, pero principalmente está presente en minería de oro, artesanal en los cauces de los ríos o en la gran minería aurífera donde aparece como subproducto. Los factores determinantes de toxicidad incluyen el estado fisicoquímico y la vía de ingreso del tóxico al organismo, idiosincrasia individual, tasas de excreción y efectos sinérgicos o antagónicos con otros agentes.<sup>44, 45.</sup> (FIGURA 8).

#### Intoxicación Crónica Ocupacional de Mercurio.

La exposición a mercurio asociada a malas prácticas de higiene laboral favorece el desarrollo de la intoxicación ocupacional, que se manifiesta por el cuadro clínico denominado mercurialismo o hidrargirismo que tiene características propias de acuerdo a su fase toxicocinética.<sup>46</sup> En la fase de absorción o impregnación, los síntomas son generales e inespecíficos: pérdida de apetito, adelgazamiento, cansancio fácil, cefalea, mareos, insomnio, artralgias y parestesias.<sup>47</sup>

En la fase de intoxicación, encontramos ya el cuadro patognomónico, con los siguientes síndromes:

- **Síndrome digestivo:** caracterizado por sabor metálico, mal aliento, náuseas, vómitos y diarrea. En muy pocos casos aún se puede ver el estigma mercurial en los dientes, coloración pardusca en los incisivos (diente de Letuelle), casi siempre asociado a pésima higiene bucal.
- **Síndrome neurológico:** Constituye el cuadro clásico del mercurialismo, antes llamado “eretismo mercurial”. En una primera fase, se evidencia por irritabilidad, tristeza, ansiedad, insomnio, sueño agitado, temor, debilidad muscular, pérdida de memoria, excesiva timidez, susceptibilidad emocional, hiperexcitabilidad o

depresión producidos por daño en los centros corticales del sistema nervioso central, que puede llevar a encefalitis, condicionante del síndrome psicoorgánico crónico y definitivo, que termina en la demencia del trabajador. La descripción del personaje del sombrerero loco de Lewis Carrol es la mejor visión profana del eretismo mercurial.<sup>48</sup> El signo capital descrito desde antiguo es el temblor intencional, con características de temblor cerebeloso, asociado a ataxia, adiadococinesia y marcha cerebelosa, que hacen la diferencia con el de Parkinson. El temblor guarda relación con la gravedad de la intoxicación y con la concentración de mercurio en los tejidos. Se puede hallar exageración de los reflejos patelares, pero no son frecuentes espasmos musculares ni parálisis flácida. Histológicamente, se encuentra degeneración axonal y alteraciones en los paquetes sensitivos y motores.<sup>48</sup>

- **Síndrome renal:** Se ha descrito lesión glomerular de varios tipos, desde lesión mínima de aspecto semejante a la de nefrosis lipoide, hasta glomerulonefritis proliferativa extracapilar, con proliferación del epitelio de la cápsula de Bowman, y glomerulonefritis extramembranosa. Se afirma unánimemente que el sistema inmunitario es el primer órgano blanco y que solo posteriormente aparece daño renal.<sup>48</sup>
- **Síndrome oftalmológico:** Como signo precoz de intoxicación se describe casos aislados de escotomas anulares y centrales y visión tubular (restricción concéntrica de los campos visuales). Puede haber nistagmus. Al examen con lámpara de hendidura, y también como signo temprano de intoxicación, se puede encontrar el signo de Atkinson, reflejo parduzco bilateral y simétrico en la cápsula anterior del cristalino, que no afecta la visión. Estudios actuales apoyan el hecho que la exposición a vapores de mercurio induce un cuadro sub clínico de daño en la visión de colores,

inclusive en lugares de trabajo, con indicadores de exposición menor al límite actual, lo que nos permite dudar de la protección real de ese límite en lo referido a efectos del mercurio sobre la visión.<sup>48</sup>

Otras alteraciones encontradas son las siguientes:

- **Piel:** Dermatitis de contacto localizada en manos, antebrazos o cara y lesiones hiperqueratósicas que pueden ulcerarse; y, en exposición crónica, alopecia reversible. Rinitis y conjuntivitis causadas por acción irritativa directa del mercurio.
- **Sangre:** Específicamente el cloruro de mercurio contenido en algunos antisépticos incrementa el colesterol, por lo que al exponerse a este compuesto puede aumentar el riesgo ateromatoso en patología preexistente de aorta.
- **Hipersensibilidad:** En exposición a sales de mercurio inorgánico (mercurioso o mercúrico) o al fenilmercurio se puede encontrar acrodinia, reacción de hipersensibilidad caracterizada por descamación, color rosado de las mejillas y plantas de los pies y manos, fotofobia, sudoración, irritabilidad e insomnio.
- **Efectos teratógenos y cancerígenos:** la exposición a mercurio elemental o a compuestos inorgánicos no produce cáncer ni teratogenicidad, que sí están demostrados en los compuestos orgánicos (metilmercurio). La intoxicación mercurial ocupacional no necesariamente es causada por exposición a cantidades elevadas de mercurio en el ambiente laboral, sino que también puede ocurrir con niveles bajos de exposición.<sup>49, 50.</sup>

Indicadores Biológicos de Exposición al Mercurio.

La legislación peruana norma la exposición a mercurio en el trabajo, remitiéndonos a criterios internacionales.<sup>51</sup> Entre otros, la ACGIH (Conferencia Gubernamental Americana de Higienistas Industriales) establece el valor de los indicadores biológicos de exposición (BEIs, por sus siglas inglesas) en trabajadores expuestos:

1. Mercurio inorgánico total en muestra de orina tomada antes de la jornada laboral: 35 µg/g creatinina; y,
2. Mercurio inorgánico total en muestra de sangre tomada al final de la jornada diaria o al fin de semana laboral: 15 µg/L.<sup>51, 52.</sup>

En exposición ocupacional, se recomienda indicar mercurio en orina de 24 horas; y, en exposición aguda accidental, preferir su dosaje en sangre.<sup>53, 54.</sup>

#### 2.1.7 Generalidades sobre enfermedad renal crónica.

La enfermedad renal crónica (ERC) se define como la pérdida progresiva, permanente e irreversible de la tasa de filtración glomerular a lo largo de un tiempo variable, a veces incluso de años, expresada por una reducción del aclaramiento de creatinina estimado < 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>. También se puede definir como la presencia de daño renal persistente durante al menos 3 meses, secundario a la reducción lenta, progresiva e irreversible del número de nefronas con el consecuente síndrome clínico derivado de la incapacidad renal para llevar a cabo funciones depurativas, excretoras, reguladoras y endocrinometabólicas.<sup>55</sup>

La afectación o daño renal pueden determinarse por marcadores directos e indirectos, independientemente del factor causal precipitante. (TABLA 1). La ERC se asocia causalmente principalmente a otras enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes

mellitus 43% a 50%, y la hipertensión arterial 20% a 30%, ambas enfermedades con una tendencia creciente principalmente en los países en desarrollo; además se asocia al envejecimiento poblacional, a la obesidad y a otros factores de riesgo relacionados con el estilo de vida: hábito de fumar, nutrición inadecuada, sedentarismo y otros. Se plantea la presencia de una doble carga de factores causales y de progresión; los tradicionales: Diabetes Mellitus, hipertensión, obesidad, Dislipidemia y no tradicionales Factores medioambientales, tóxicos y ocupacionales.<sup>57</sup> (TABLA 6).

Por otra parte en un análisis del Framingham Heart Study, la presencia de estos factores, especialmente la edad, la HTA, la DM, la concentración baja de colesterol HDL y el consumo de tabaco fueron predictores de aparición de ERC durante el seguimiento a 18 años de una cohorte poblacional de personas sin ERC al inicio.<sup>70</sup>

El término insuficiencia renal crónica terminal se ha utilizado fundamentalmente para referirse a aquella situación subsidiaria de inicio de tratamiento sustitutivo de la función renal, bien mediante diálisis o trasplante, con unas tasas de incidencia y prevalencia crecientes en las dos últimas décadas.<sup>55</sup>

La definición actual de la enfermedad renal crónica (independientemente del diagnóstico clínico) como la presencia durante al menos tres meses de:

- FG inferior a 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>.
- O lesión renal (definida por la presencia de anormalidades estructurales o funcionales del riñón, que puedan provocar potencialmente un descenso del FG). La lesión renal se pone de manifiesto directamente a partir de alteraciones histológicas en la biopsia renal (enfermedades glomerulares, vasculares, túbulo-intersticiales) o indirectamente

por la presencia de albuminuria, alteraciones en el sedimento urinario, alteraciones hidroelectrolíticas o de otro tipo secundarias a patología tubular o a través de técnicas de imagen.<sup>64, 65</sup>

#### 2.1.8 Prevalencia de la enfermedad renal crónica.

En realidad la descripción epidemiológica de la ERC se ha establecido según la información sobre la IRCT. En nuestro país las cifras están en torno a 126 casos por millón de población, objetivándose las tasas más altas de incidencia y prevalencia en el grupo mayor de 65 años.<sup>56</sup> La ERC constituye un serio problema de salud en El Salvador. El Ministerio de Salud (MINSAL) en el informe anual de 2011- 2012 declaró la insuficiencia renal crónica (IRC) como la tercera causa de muerte de los adultos en los hospitales: la primera en los hombres y la quinta en las mujeres, con una tasa de letalidad de 12.6%.<sup>66</sup> Así mismo en Centroamérica y el sur de México, se ha reportado un alarmante aumento de ERC en las últimas dos décadas.<sup>67</sup> Los estudios epidemiológicos han encontrado una alta prevalencia en las áreas agrícolas, predominantemente en los hombres, principalmente en las edades <60 años, expuestos a agroquímicos en combinación con otros factores de riesgo.<sup>68, 69</sup>

#### 2.1.9 Epidemiología de la enfermedad renal crónica en el salvador.

Durante el período 2006-2011, se atendieron 28,540 hospitalizaciones por Insuficiencia Renal Crónica (IRC) en los hospitales del Ministerio de Salud. De ellos, 25,987 egresaron vivos y 3,553 fallecidos (12.4%). (TABLA 2). La proporción de fallecidos fue mayor en pacientes que procedían del área urbana (14.70%) comparada con la de los que procedían del área rural (9.90%), asimismo ésta fue mayor en los pacientes de 60 años o más (14.70%) que

en los menores de 60 años (10.90%) y es prácticamente igual en hombres (12.60%) que en mujeres (12.10%).<sup>57</sup> (TABLA 3).

La proporción de fallecidos fue mayor en pacientes que procedían del área urbana (14.70%) comparada con la de los que procedían del área rural (9.90%), asimismo ésta fue mayor en los pacientes de 60 años o más (14.70%) que en los menores de 60 años (10.90%) y es prácticamente igual en hombres (12.60%) que en mujeres (12.10%). En el año 2011 se notificaron 311 casos nuevos de IRC en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica (VIGEPES). La mayoría de casos se concentraron en tres departamentos: 42% (132 casos) en Usulután, 22% (69) en San Miguel y 19% (59) en Sonsonate. Dentro de estos departamentos, los municipios con mayor número de casos: Jiquilisco (108 casos), San Miguel (23 casos) y Acajutla (17 casos).<sup>57</sup> (TABLAS 4 Y 5).

#### 2.1.10 Tamizaje de la enfermedad renal crónica.

Los pacientes con ERC, sobre todo en los primeros estadios, están frecuentemente sin diagnosticar (ERC oculta) porque la ERC suele ser asintomática y muchas veces se detecta solamente durante la valoración de otra condición comórbida. La detección precoz de estos pacientes optimizaría no sólo las posibilidades de tratamiento sino que permitiría retrasar la progresión y potencialmente disminuir la morbimortalidad, reduciendo también los costes sanitarios. El cribado de la ERC se aplica en diversos contextos, incluyendo la población general, la atención sanitaria rutinaria o las poblaciones de alto riesgo. La mayoría de guías clínicas proponen esta última estrategia, es decir la detección de casos en grupos reducidos de personas sobre la base de la presencia de factores de riesgo. Prioritariamente la mayoría de guías<sup>6 15 16</sup> recomiendan la detección de ERC en pacientes con HTA, DM tipo 2 o



enfermedad cardiovascular establecida. La mayoría de guías, consideran la posibilidad de ampliar estos criterios a otros grupos de alto riesgo como por ejemplo:

Personas mayores de 60 años

- Obesidad (Índice de Masa Corporal –IMC- > 30 kg/m<sup>2</sup>)
- DM tipo 1 con más de 5 años de evolución.
- Familiares de primer grado de pacientes con enfermedad renal o con enfermedades renales hereditarias (poliquistosis renal, síndrome de Alport, etc.) o con asociación familiar (glomerulonefritis, nefropatías intersticiales).
- Enfermedades obstructivas del tracto urinario.
- Pacientes en tratamiento prolongado con fármacos nefrotóxicos (litio, mesalazina, anticalcineurínicos, antiinflamatorios no esteroideos –AINEs-, etc.).
- Sujetos con otros factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (hiperlipidemia, obesidad, síndrome metabólico, fumadores).
- Antecedentes de insuficiencia renal aguda.
- Pacientes con infecciones crónicas, enfermedades autoinmunes y neoplasias.<sup>69,70,71</sup>

Diagnóstico de Enfermedad Renal Crónica.

Estimación del Filtrado Glomerular (FG).

Clásicamente se ha utilizado la concentración sérica de creatinina para evaluar la función renal, pero se ha visto que incluso cifras de creatinina dentro del intervalo de referencia pueden corresponder a FG < 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>. Por ello la creatinina sérica no se debería utilizar como única prueba para el estudio de la función renal. El FG es la mejor herramienta para evaluar la función renal. El valor del FG varía en relación con la edad, sexo y masa corporal del individuo, situándose entre 90-140 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> en personas adultas jóvenes

sanas. Para medir el FG se ha utilizado la depuración renal de diversas sustancias exógenas (la depuración de inulina es el “gold-standard”) pero no resultan factibles en la práctica diaria. Por este motivo habitualmente se calcula el FG a partir de la depuración de sustancias endógenas, y el aclaramiento de creatinina corregido por la superficie corporal (1,73m<sup>2</sup>) ha sido hasta no hace mucho la forma más utilizada. El cálculo del FG a partir del aclaramiento de creatinina (medición de la concentración de creatinina en suero y orina de 24 horas) presenta una serie de inconvenientes como son:

- La sobreestimación del FG, ya que en la orina se detecta la creatinina que procede del filtrado glomerular más la que se secreta en los túbulos renales. Se ha usado la cimetidina como inhibidor de la secreción tubular de creatinina para evitar dicha sobreestimación.
- La problemática que supone la recogida de orina de 24 horas tanto para el paciente como para los laboratorios.
- La media del aclaramiento de creatinina y de urea (esta última infraestima el FG por la presencia de reabsorción tubular) ha sido también recomendada por algunas sociedades como método de estimación del FG en estadios avanzados de la enfermedad para decidir, entre otros, la inclusión de pacientes en programa de diálisis.<sup>73</sup>

Actualmente distintas guías como las KDOQI, las KDIGO o las Guías de la Sociedad Española de Nefrología y la Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (SEN-SEQC) recomiendan la estimación del FG mediante ecuaciones obtenidas a partir de la medida de la concentración de creatinina sérica, la edad, el sexo y la etnia. Estas ecuaciones son más exactas que la medida de la creatinina sérica aislada.<sup>72</sup> Aunque han sido muchas las ecuaciones publicadas, en la actualidad las más utilizadas son las derivadas del estudio

Modification of Diet in Renal Disease (MDRD-4 o MDRD-IDMS), en función de si el método usado por el laboratorio para la medida de la creatinina sérica presenta o no trazabilidad frente al procedimiento de medida de referencia de espectrometría de masas-dilución isotópica (IDMS). Estas ecuaciones también se han usado para valorar la prevalencia de ERC en estudios epidemiológicos y de salud pública.<sup>74</sup>

Por todo ello, desde hace unos años se está trabajando en el desarrollo de nuevas fórmulas para mejorar la exactitud y precisión de las estimaciones del FG y la predicción de acontecimientos adversos. En el año 2009, el grupo Chronic Kidney Disease-Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) publicó una nueva ecuación elaborada a partir de una población con valores de FG más elevados y métodos de creatinina estandarizados. Esta ecuación, conocida como CKD-EPI, es recomendada por las nuevas guías KDIGO 2012 dado que presenta una mejor exactitud que MDRD. La imprecisión en valores altos la hace todavía poco útil para clasificar la ERC en los estadios 1 y 2, identificar estados de hiperfiltración y monitorizar entonces la pérdida de FG. Sin embargo, la mejora en la capacidad predictiva del FG, especialmente entre valores de 60 y 90 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, así como de la predicción de mortalidad global y cardiovascular o del riesgo de presentar ERC terminal, determinan que en un futuro próximo CKD-EPI debería sustituir las fórmulas anteriores. A su vez, ya se están desarrollando nuevas fórmulas alternativas para mejorar la exactitud diagnóstica (tanto la precisión como el sesgo) por lo que las nuevas guías KDIGO 2012 consideran aceptable el uso de fórmulas alternativas si se ha mostrado que mejoran la exactitud en comparación con la fórmula de CKD-EPI.<sup>75, 76</sup>

El uso de la ecuación de Cockcroft-Gault (C-G), aunque se ha utilizado clásicamente en el ajuste de dosis de fármacos y ha sido referencia para la valoración de estados de hiperfiltración, debería desaconsejarse. Dicha ecuación no ha sido reformulada para valores

de creatinina obtenidos por los procedimientos actuales. Los valores de creatinina obtenidos, si se utilizan procedimientos estandarizados, resultan entre 10-20% más elevados, lo que conlleva una sobreestimación de FG.<sup>77</sup> (TABLAS 9, 10, 11).

En general, el uso de las ecuaciones para la estimación del FG es inadecuado en una serie de situaciones clínicas como las siguientes:

- Personas con peso corporal extremo:  $IMC < 19 \text{ kg/m}^2$  o  $> 35 \text{ kg/m}^2$ .
- Personas que siguen dietas especiales (vegetarianos estrictos, suplementos de creatinina o creatina) o con malnutrición.
- Personas con alteraciones de la masa muscular (amputaciones, pérdida de masa muscular, enfermedades musculares o parálisis).
- Edad  $< 18$  años.
- Enfermedad hepática grave, edema generalizado o ascitis.
- Mujeres embarazadas.
- Casos de fracaso renal agudo o de empeoramiento transitorio de la función renal en pacientes con ERC.
- Estudio de potenciales donantes de riñón.
- Ajuste de dosis de fármacos de elevada toxicidad y de eliminación renal, como, por ejemplo, aminoglicósidos y quimioterápicos. En este sentido, y en relación al punto anterior, la FDA ha propuesto que las fórmulas de estimación se incorporen en futuros estudios farmacocinéticos en pacientes con ERC.<sup>78</sup>

## Evaluación del Daño Renal.

### Albuminuria

La presencia de concentraciones elevadas de proteína o albúmina en la orina, de forma persistente, es un signo no sólo de lesión renal sino que muchas veces es signo de “daño sistémico”, más allá del riñón. Distintos estudios han mostrado la importancia de la proteinuria en la patogenia de la progresión de la ERC así como la relación de la albuminuria con el pronóstico renal y con la mortalidad en diversas poblaciones de modo independiente del FG y otros factores de riesgo clásicos de enfermedad cardiovascular. La albuminuria constituye, juntamente con el FG, la base del diagnóstico y clasificación en estadios actual de la ERC. Su presencia identifica un subgrupo de pacientes con un riesgo superior de progresión de la enfermedad y con más morbimortalidad cardiovascular.<sup>79</sup>

La orina de 24 horas es el espécimen más adecuado para valorar la proteinuria o la albuminuria. No obstante, los problemas asociados a la recogida de orina de 24 horas han llevado a buscar especímenes alternativos como la primera orina de la mañana u orinas aleatorias. Para eliminar variaciones relacionadas con el grado de hidratación, los resultados se deben expresar en relación a la concentración de creatinina en la orina. Diversos trabajos demuestran que hay una elevada correlación y concordancia entre las concentraciones del cociente proteína/creatinina (PR/CR) y/o albúmina/creatinina (A/CR) obtenidas en muestras de orina respecto a la excreción de proteína y/o albúmina en orina de 24 horas. A pesar de la importancia de la detección y monitorización de la albuminuria/proteinuria en el diagnóstico y seguimiento de la ERC, no hay un consenso entre las diversas guías de práctica clínica publicadas en los últimos años, sobre diversos aspectos relacionados con su medición, cuáles son los valores que indican su presencia y si ésta debe ser definida en términos de albúmina o de proteína.<sup>80</sup>

Alteraciones en el sedimento urinario.

La presencia en el sedimento urinario de hematuria y/o leucocituria durante más de tres meses, una vez se ha descartado la causa urológica o la infección de orina (incluida la tuberculosis urinaria), pueden ser indicio de glomerulonefritis, pielonefritis o nefritis túbulo-intersticiales crónicas. El sedimento urinario no se considera una prueba de cribado, aunque en las revisiones médicas de empresa o en análisis rutinarios suele realizarse.<sup>80</sup>

Imágenes radiológicas patológicas

La ecografía renal permite en primer lugar descartar la presencia de patología obstructiva de la vía urinaria pero también identificar anomalías estructurales que indican la presencia de daño renal, como puede ser la disminución del grosor parenquimatoso, cicatrices corticales, un aumento difuso de ecogenicidad, o hallazgos más específicos como quistes múltiples con riñones grandes y disminución del FG, que pueden llevar al diagnóstico de poliquistosis renal. En presencia de antecedentes familiares conocidos, los criterios actuales de poliquistosis renal autosómica dominante son:

- 15-39 años: 3 o más quistes unilaterales o bilaterales
- 40-59 años: 2 o más quistes en cada riñón
- 60 años o más: 4 o más quistes en cada riñón
- Menos de 2 quistes en > 40 años es suficiente para excluir la enfermedad.

Los quistes aislados NO son un criterio por ellos mismos de daño renal (los quistes simples son extraordinariamente frecuentes con la edad (24% > 40 años, 50% > 50 años, 100% > 90 años) y no son causa de ERC. Como en el caso del sedimento, sólo deben realizarse estudios por la imagen en pacientes con ERC o en las personas que tienen antecedentes familiares o situación de riesgo de desarrollarla, así como es especialmente importante en varones

mayores de 60 años con ERC de reciente diagnóstico para descartar patología obstructiva. Determinadas alteraciones observadas en las pielografías, tomografías, resonancias o gammagrafías que pueden ser causa de alteraciones de la función renal, se pueden considerar también criterios de daño renal.<sup>80</sup>

#### Alteraciones histológicas

La biopsia renal proporciona el diagnóstico directo, anatómico y patológico de la enfermedad renal en los casos de enfermedades glomerulares, túbulo-intersticiales, vascular y enfermedades sistémicas con afectación renal que pueden ser tributarias de tratamientos específicos y también en algunos casos de insuficiencia renal aguda. La indicación de biopsia forma parte del ámbito del especialista en nefrología.<sup>80</sup>

#### 2.1.11 Estadios evolutivos de la enfermedad renal.

La ERC es una enfermedad progresiva, que evoluciona en diferentes estadios en los que se van incrementando las manifestaciones clínicas. Dichos estadios se establecen basados en la función renal medida por el filtrado glomerular estimado. La determinación de creatinina no es considerada como una buena medida de función renal, ya que no refleja el mismo grado de función en todos los pacientes. La creatinina depende de la masa muscular, edad, sexo y secreción tubular entre otros factores. El riñón es capaz de perder hasta un 50% de su función sin reflejar un incremento en la creatinina sérica. La recogida de orina de 24 horas está sujeta, a su vez, a variaciones importantes y errores considerables. Por ello, en las diferentes guías se recomienda el cálculo estimado de la filtración glomerular, siendo recomendada la utilización de la fórmula de Cockcroft-Gault.<sup>58</sup> En el año 2002, la National Kidney Foundation estadounidense publicó a través del proyecto K/DOQI (Kidney Disease Outcomes Quality

Initiative) una serie de guías de práctica clínica sobre la evaluación, clasificación y estratificación de la ERC. Así se consiguió definir, clasificar en estadios y evaluar los métodos de estudio de esta patología con el fin de retrasar su aparición, prevenir complicaciones y establecer un adecuado manejo terapéutico. (TABLA 7).

Recientemente, a partir de los resultados de distintos estudios clínicos que incluyen individuos normales, individuos con riesgo de desarrollar ERC y pacientes con ERC, la organización internacional KDIGO ha estado valorando la posibilidad de establecer una nueva clasificación pronóstica de la ERC basada en estadios de FG y albuminuria. Esta clasificación inicialmente contemplaba una división de 6 categorías de riesgo en función del FG (G1-G5) que se complementaban con 3 categorías de riesgo según la concentración del cociente A/CR: A1 para valores óptimos y normales-altos (< 10 mg/g y 10-29 mg/g); A2 para valores altos (30-299 mg/g) y A3 que incluiría valores altos y de rango nefrótico (300-1999 y > 2000 mg/g, respectivamente).<sup>81, 82</sup> (TABLA 12).

#### 2.1.12 Manifestaciones clínicas de la enfermedad renal crónica.

En general, las manifestaciones clínicas de la ERC aparecen de forma progresiva, manteniendo una gran variabilidad de un paciente a otro, en función de la velocidad de progresión y de la cantidad de masa renal funcionante. Aclaramientos de creatinina inferiores a 30 ml/min marcan habitualmente la frontera en la que la ERC se hace sintomática, desarrollándose a partir de entonces un amplio espectro de manifestaciones clínicas paralelas al estadio evolutivo. Puntualizar que la clínica de la ERC en el anciano carece de rasgos propios y que en muchas ocasiones el hallazgo casual de cifras elevadas de urea y creatinina nos apuntan al diagnóstico.<sup>59</sup> (TABLAS 8).



### 2.1.13 Enfermedad renal crónica de causas no tradicionales en el salvador.

La enfermedad renal crónica es un serio problema de salud en El Salvador. Desde la década de 1990, allí ha habido un incremento de casos no asociados con factores de riesgo tradicionales. Es la segunda causa de muerte en hombres en edad > 18 años. En el 2009, fue la primera causa de muerte hospitalaria para los hombres y la quinta para las mujeres. La enfermedad no ha sido completamente estudiada.<sup>60</sup>

Según una investigación realizada en El Salvador en 2009, Se halló una elevada prevalencia de enfermedad renal crónica, insuficiencia renal crónica y factores de riesgo en comparación con lo reportado internacionalmente. La más frecuente fue la enfermedad renal crónica de causa desconocida, no asociada con diabetes ni hipertensión. Se encontraron asociaciones con la edad, sexo masculino, hipertensión e historia familiar de enfermedad renal crónica, con una disminución de la función renal que comienza a edades tempranas. Los agricultores hombres tienen la doble carga de riesgos no tradicionales (ocupacionales, toxico-ambientales) y tradicionales (vasculares) que podrían actuar de manera sinérgica, contribuyendo al daño renal.<sup>61</sup>

Las conclusiones de otro estudio importante realizado en El Salvador sobre la Enfermedad Renal Crónica de Causas no tradicionales plasma: La enfermedad renal crónica de causas no tradicionales de las comunidades agrícolas salvadoreñas está asociada a condiciones sociales y del trabajo, y se comporta como una nefropatía túbulo intersticial crónica. Tiene manifestaciones extra renales no atribuibles a la progresión de la enfermedad renal, lo que sugiere que el daño renal es un componente de un proceso más sistémico. Esto es compatible con una hipótesis etiopatogenia multifactorial con agentes nefrotóxicos del medio ambiente en su eje principal. Se deberán estudiar las condiciones de trabajo de los agricultores y el

comportamiento de esta enfermedad en mujeres, niños y adolescentes en estas comunidades mediante investigaciones toxicológicas, biológicas y del medio ambiente.<sup>60</sup>

Otra importante investigación realizada por la Universidad Doctor Andrés Bello de El Salvador, que al igual que la literatura de los párrafos anteriores intenta describir y caracterizar el fenómeno de la enfermedad renal con datos propios del país, dicho estudio en sus conclusiones plasma; “En la mayoría de las localidades muestreadas, con excepción del cantón El Havillal (San Miguel), se descarta preliminarmente contaminación por las cinco especies de metales pesados y por los tres aniones analizados en los pozos domiciliarios y comunitarios muestreados, aunque no se descarta la existencia de otras especies químicas con potencial nefrotóxico en el agua que se extrae de pozos domiciliarios sin control sanitario o los efectos acumulativos por la ingesta pasada o actual de ese líquido que contenga otros compuestos de riesgo, incluyendo los Carbonatos de Calcio y de Magnesio, expresados como dureza total del agua.<sup>62</sup>

En el caso de El Havillal, se conjetura que la ingesta de agua con niveles superiores a lo permisible de Arsénico y/o Mercurio provocaría un daño renal de base que resultaría en el apareamiento y progresión diferencial de la ERC con la confluencia adicional de factores ocupacionales género-dependientes y de otros funcionales asociados con la edad. Tampoco se descarta la existencia de otras especies químicas de riesgo, principalmente porque toda la población se abastece de pozos domiciliarios sin control sanitario.”<sup>62</sup>

Al momento del cierre de esta revisión bibliográfica no se cuenta con literatura seria y con peso científico que describa el fenómeno de la enfermedad renal crónica en las personas que se dedican a la actividad minera en el país. Por lo tanto los resultados que en apartados

posteriores de este documento se describen fruto de la presente investigación, no solo constituyen una reseña valiosa, sino que además quizá sea la primera descripción del tan citado fenómeno de la enfermedad renal crónica en El Salvador, ahora con un enfoque en la actividad minera.

**CAPITULO III**

**SISTEMA**

**DE HIPOTESIS.**

### **3. SISTEMA DE HIPÓTESIS.**

#### **3.1 hipótesis de trabajo.**

Hi. La nefropatía crónica es una enfermedad de una incidencia mayor del 8 % en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión.

#### **3.2 hipótesis nula.**

Ho. La incidencia de la nefropatía crónica no supera el 8% en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión.

### 3.3 Operacionalización de hipótesis.

Enunciado del Problema	Objetivo General.	Hipótesis.	Variables.	Conceptualización	Definición Operacional.	Dimensión.	Indicadores.
Cuál es la incidencia de la nefropatía crónica en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión, desde Junio – Agosto 2015?	Investigar la incidencia de la nefropatía crónica de la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión, desde Junio – Agosto 2015	Hi. La nefropatía crónica es una enfermedad de una incidencia mayor del 20 por ciento en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión.	Incidencia de nefropatía Crónica.	Estado progresivo e irreversible de daño y deterioro del riñón por causas diversas, en este caso la actividad minera.	A través de guía de entrevista y examen físico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características socio demográficas.</li> <li>- Características Clínicas, signos y síntomas asociados a nefropatía.</li> <li>Descripción de la actividad minera</li> <li>Resultado de perfil renal (química sanguínea e imágenes).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edad.</li> <li>- Escolaridad.</li> <li>- Estado civil.</li> <li>- Palidez palmar.</li> <li>- Edema de miembros.</li> <li>- Pérdida de peso.</li> <li>- Cambios en el patrón miccional.</li> <li>- Técnica de extracción</li> <li>- Toma de química sanguínea y usg renal.</li> </ul>

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO**  
**METODOLOGICO.**

## **4. DISEÑO METODOLÓGICO.**

### **4.1 Tipo de investigación.**

La presente investigación es de tipo cuantitativo, dado que los resultados se presentaran mediante tablas, gráficos, de forma porcentual o numérica además porque se realiza prueba de hipótesis.

### **4.2 Diseño de estudio.**

Prospectivo: se considera esta clasificación ya que los datos de la investigación son recolectados en la búsqueda activa de los mismos en visitas de campo, hasta las minas de San Sebastián epicentro de la actividad minera en esta región del país, y lugar donde se concentran la mayoría de los sujetos en estudio.

Transversal: se considera esta clasificación porque se estudiaron las variables simultáneamente, en determinado momento, haciendo un corte en el tiempo de Junio a Agosto del corriente año, sin ningún seguimiento posterior, es decir se recolectaron, procesaron y se analizaron los resultados en un tiempo determinado.

Según el análisis y alcance de los resultados fue de tipo Descriptivo ya que además de describir la nefropatía crónica, se establece la relación y asociación de esta con la actividad minera, especialmente enfocado la manipulación del mercurio.



Según la fuente de información se considera que el estudio es de campo, ya que se estudiaron a los sujetos en cuestión en su lugar de trabajo, haciendo acercamiento hasta las minas San Sebastián, esto a través de la entrevista y la toma de exámenes de laboratorio (perfil renal).

### **4.3 Universo.**

Se sabe por datos aportados por el Hospital Nacional Básico de Santa Rosa de Lima que la población estimada para 2003 de cantón San Sebastián era de aproximadamente 2930 personas, hombres y mujeres, y todos los grupos de edad respectivamente. En un estudio realizado por el Ministerio del Medio ambiente a las aguas del Rio del Cantón San Sebastián en 2012, se plasma el siguiente dato: “De acuerdo al informe emitido por el Ministerio de Economía, en fecha 01 de marzo de 2012, se establece que existen siete grupos de trabajo en la zona correspondiente a la mina San Sebastián, del cantón San Sebastián, quienes utilizan distintos túneles distribuidos en el cerro, utilizando ventilación externa, y disponen el material de desecho fuera de los mismos túneles, y se expresa que el número de personas que trabaja en la actividad de extracción de oro es de 250 a 400, quienes son menores de edad, adultos y personas de la tercera edad.”<sup>63</sup>

Tomando en cuenta las mencionadas consideraciones se tomó como referencia a la población (N) como 250.

#### **4.4 Muestra.**

Para determinar la muestra se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{(N - 1)E^2 + pqZ^2}$$

Donde al trabajar con una confianza del 95% el valor de Z es 1.65, con una población de 250, una probabilidad de participar en un estudio de los trabajadores del 50%, y de no participar del 50%, con un error del 4%. El resultado para  $n$  es de 55 de los cuales al aplicar los criterios de inclusión resulta que la cantidad con que se realizara el estudio es de 50 usuarios.

#### **4.5 Criterios de inclusión:**

- Paciente masculino y femenino
- Que resida en cualquiera de los doce caseríos de cantón San Sebastián, o aledaños, por no menos de cinco años.
- Edad entre 18 y 85 años.
- Tiempo de trabajar en la actividad minera mayor o igual a cinco años.
- Participar voluntariamente en la investigación.
- No padecer o desconocer el padecimiento de Diabetes Mellitus.

#### **4.6 Criterios de exclusión.**

- Menor de edad.
- Tiempo de trabajar en la actividad minera menor a cinco años.
- Personas recién mudadas a la zona en estudio.

- Personas que se dedique mayormente a otras actividades económicas tales como; agricultura, ganadería, comercio, etc.
- Antecedente de Diabetes Mellitus.

#### **4.7 Tipo de muestreo.**

Se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia seleccionando todo trabajador minero artesanal que cumpla con todos los criterios de inclusión ya planteados, captados en cualquiera de las visitas realizadas a las minas de Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión.

#### **4.8 Técnicas.**

##### 4.8.1 Técnicas para obtención de la información.

Entre las técnicas que se utilizaron se encuentran:

**Bibliográfica:** Esta permitió la obtención de información de libros de texto reconocidos sobre la actividad minera y la nefropatía crónica, además artículos de revisión sobre los mencionados temas e investigaciones relevantes de las mismas.

**Hemerográfica:** además de los recursos ya mencionados se utilizaron además datos provenientes de periódicos de reportajes o notas relacionadas al mismo, principalmente de Diario Co latino, además de algunas revistas conocidas como El Economista, todo ello ayudó a nutrir de teorías y datos el presente documento.

#### 4.8.2 Técnicas de trabajo de campo.

Para el trabajo de campo se tomó a consideración la historia clínica con enfoque en la nefropatía crónica y con un formato pre diseñado por conveniencia del grupo investigador desde el punto de vista estadístico. (ANEXO 2).

También se tomaran exámenes que conforman el perfil renal básico a la totalidad de muestra establecida los cuales incluyen los siguientes exámenes de laboratorio:

- Hemoglobina.
- Glicemia en ayunas.
- Creatinina.
- Ácido úrico.
- Nitrógeno ureico (BUN).
- Examen general de orina.
- Calculo de la filtración glomerular.
- Ultrasonografía renal. (en pacientes con alteración del filtrado glomerular).

Los pacientes diagnosticados con ERC en cualquiera de sus estadios, serán derivados al hospital de la red pública de referencia para que se inicie su control con nefrología.

Para todos los exámenes anteriormente descritos y la obtención de las muestras para los mismos, se plantea el siguiente procedimiento:

- Realización de visitas de campo, hasta las minas de San Sebastián para observar a los sujetos participantes en la investigación en su faena de mineros.
- Previo consentimiento (consentimiento informado), y medidas de bioseguridad estandarizadas para todos los procedimientos, se hará veno punción para la obtención de una muestra de aproximadamente cinco centímetros cúbicos de sangre.

- Se procesaran y tabularan todos los datos obtenidos y en posterior visita de campo se entregaran los mismos de forma personalizada, individual y secreta.

#### 4.8.3 Instrumentos.

Para la obtención de datos se aplicó un cuestionario pre diseñado con veinte y uno preguntas que cumplen con todos los objetivos e indicadores propuestos en la investigación que se aplicó a todos los sujetos seleccionados como muestra y que cumplan los criterios de inclusión previamente definidos.

#### **4.9 Planificación.**

Se discutió y seleccionó el tema a investigar por el grupo de trabajo luego se procedió a la delimitación del área geográfica, grupo etario y espacio de tiempo en el que se desarrolló la investigación. Se realizó una reunión con el docente asesor para determinar la relevancia del tema y la aprobación de la problemática a estudiar. El grupo investigador procedió a la revisión bibliográfica del tema, se solicitó la validación del instrumento de trabajo. La determinación de la muestra, se llevara a cabo a través de la captación de pacientes en visitas de campo a las minas de San Sebastián Santa Rosa de Lima, La Unión.

#### **4.10 Ejecución.**

- a) **Validación del instrumento:** se realizó una prueba piloto del instrumento en los pacientes que cumplen con los criterios de inclusión para determinar la validación de dicho instrumento, se aplicaron 5 cédulas de entrevistas por cada investigador, haciendo un total de 15 cédulas de entrevista. En la revisión de los instrumentos de recolección de datos, se contó nuevamente con la colaboración de un especialista en

el área, al igual se respaldó en información recolectada de la literatura investigada: la cedula de entrevista, estuvo dirigida a investigar las características sociodemográficas de la muestra y factores de riesgo de nefropatía crónica.

- b) **Recolección de datos:** la obtención de la información se extrajo mediante visitas de campo programadas por el equipo investigador a las minas de San Sebastián buscando encontrar en su faena cotidiana a los sujetos de estudio.
- c) **Plan de análisis:** se realizó la tabulación de resultados obtenidos en el instrumento de recolección de datos, con el posterior análisis e interpretación de los mismos, se relacionaron las variables formuladas. Se hizo uso del programa estadístico SPSS 15.0 para Windows para efectuar la tabulación y validación de la hipótesis mediante el uso de proporciones bajo una aproximación a la distribución normal.

**CAPITULO V**  
**PRESENTACION DE RESULTADOS.**

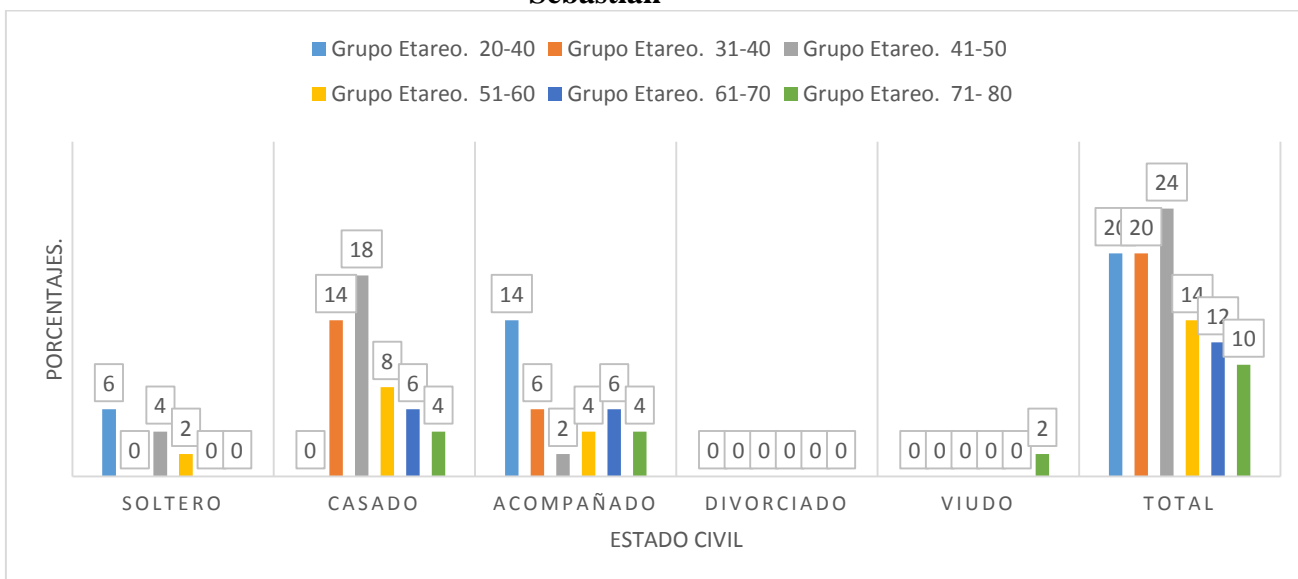
## 5. PRESENTACION DE RESULTADOS

### 5.1 resultados descriptivos

**Cuadro 1. Estado familiar y edad de los trabajadores de las minas de cantón San Sebastián**

Estado familiar del trabajador minero	grupos etarios													
	20 – 30		31 - 40		41 - 50		51 - 60		61 - 70		71 - 80		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
Soltero	3	6.0	0	0.0	2	4.0	1	2.0	0	0.0	0	0.0	6	12.0
Casado	0	0.0	7	14.0	9	18.0	4	8.0	3	6.0	2	4.0	25	50.0
Acompañado	7	14.0	3	6.0	1	2.0	2	4.0	3	6.0	2	4.0	18	36.0
Divorciado	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Viudo	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.0	1	2.0
Total	10	20.0	10	20.0	12	24.0	7	14.0	6	12.0	5	10.0	50	100.0

**Grafico 1. Estado familiar y edad de los trabajadores de las minas de cantón San Sebastián**





### **Cuadro 1.**

**Análisis:** dicha tabla refleja el estado civil de cada uno de los participantes comparado con cada grupo de edad, pudiéndose observar que estado civil más predominante en orden de importancia es: Casado (50%), Acompañado (36%), Soltero (12%), Viudo (2%), y Divorciado (0%).

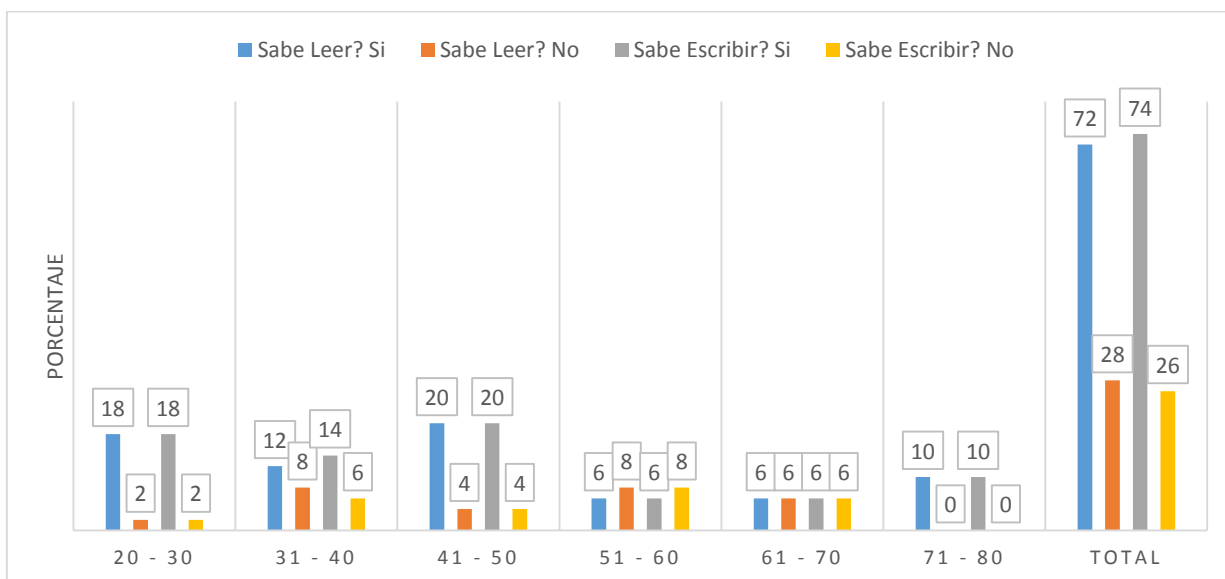
**Interpretación:** Se puede apreciar que en el grupo de edad de 20 a 30 años el estado civil más predominante es “Acompañado”, y en segundo lugar “Soltero”, en el grupo de edad de 31 a 40 años el más predominante es “Casado” seguido de “Acompañado”, en el grupo de edad de 41 a 50 años el estado más predominante es “Casado” seguido de “Soltero” en segundo lugar, en el grupo de 51 a 60 años el más predominante continúan siendo “casado “ y siempre en segundo lugar “Acompañado”, en el grupo de 61 a 70 años igual frecuencia obtiene “Casados y Acompañados”, de igual manera en el grupo de 71 a 80 años casados y acompañados tiene igual frecuencia, apareciendo la variante de viudo en segundo lugar.

Todos estos datos están ilustrados en el grafico 1.

**Cuadro 2. Habilidad de lectura y escritura según habilidad del personal que trabaja en las minas**

grupos etareos	Sabe leer?				Sabe escribir?			
	Si		No		Si		No	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
20 - 30	9	18.0	1	2.0	9	18.0	1	2.0
31 - 40	6	12.0	4	8.0	7	14.0	3	6.0
41 - 50	10	20.0	2	4.0	10	20.0	2	4.0
51 - 60	3	6.0	4	8.0	3	6.0	4	8.0
61 - 70	3	6.0	3	6.0	3	6.0	3	6.0
71 - 80	5	10.0	0	0.0	5	10.0	0	0.0
Total	36	72.0	14	28.0	37	74.0	13	26.0

**Grafico 2. Habilidad de lectura y escritura según habilidad del personal que trabaja en las minas**



## **Cuadro 2.**

**Análisis:** dicha tabla refleja la habilidad de los participantes de leer y escribir, se observa que un 72% de los participantes sabe leer mientras que los que no saben representan un 28%, cuando se indagó si sabían escribir resultó que un 74% si sabe escribir mientras que un 26% no puede escribir, datos muy similares cuando se indagó la habilidad de la lectura.

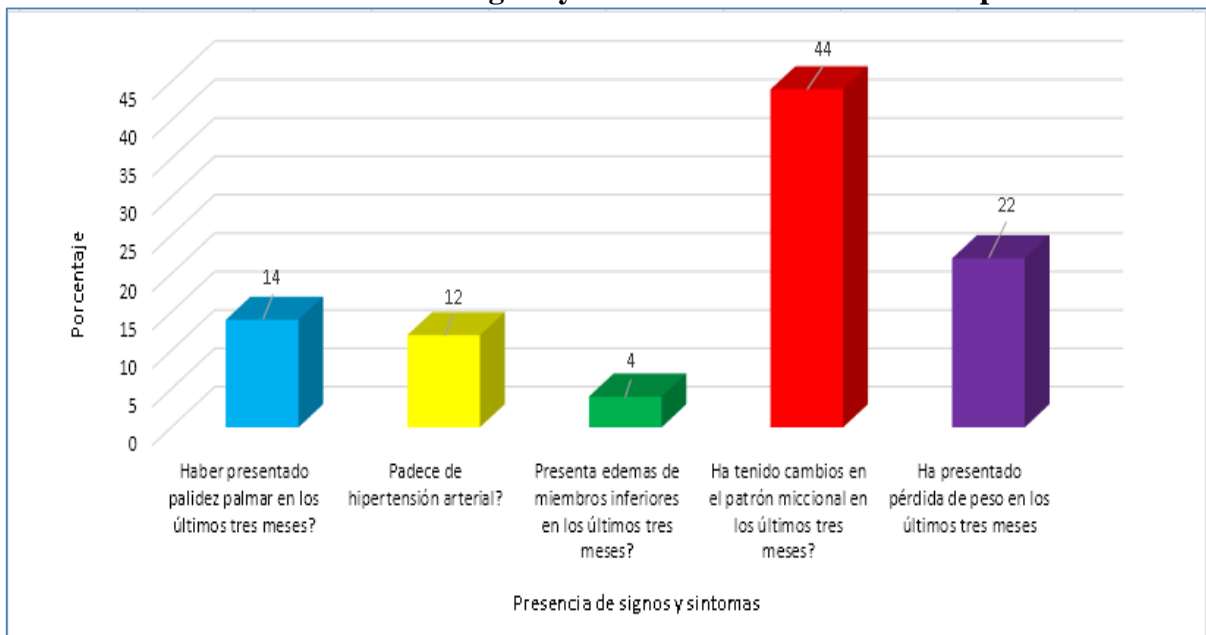
**Interpretación:** los datos han demostrado que tanto como leer y escribir todos los participantes tiene esa habilidad en cerca del 70% quedando un 305 aproximadamente que no lo sabe, el grupo de edad donde se observó que más sabían leer y escribir fue de 41 a 50 años, mientras que el grupo de edad donde se aprecia más la debilidad de no saber leer y escribir se observa en los grupos de 20 a 30 años y 51 a 60 años.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 2.

**Cuadro 3. Signos y síntomas asociados a la nefropatía**

Signos y síntomas	Si		No		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%
- Haber presentado palidez palmar en los últimos tres meses?	7	14.0	43	86.0	50	100.0
- Padece de hipertensión arterial?	6	12.0	44	88.0	50	100.0
- Presenta edemas de miembros inferiores en los últimos tres meses?	2	4.0	48	96.0	50	100.0
- Ha tenido cambios en el patrón miccional en los últimos tres meses?	22	44.0	28	56.0	50	100.0
- Ha presentado pérdida de peso en los últimos tres meses	11	22.0	39	78.0	50	100.0

**Grafico 3. Presencia de Signos y síntomas asociados a la nefropatía**



### **Cuadro 3.**

**Análisis:** dicha tabla refleja la presencia de signos y síntomas asociados con nefropatía en los pacientes que participaron en la investigación, el signo más frecuentemente encontrado es palidez palmar en 14 % de los casos, aunque la hipertensión arterial no es un signo como si misma se incluye como parte de este análisis ya que como se sabe la primera causa de nefropatía crónica por causas no asociadas a químicos es la diabetes mellitus, características descartada desde un principio según los criterios de inclusión, a no ser que se tratase de un hallazgo incidental, la segunda causa la representa la hipertensión arterial, pero se tomó en cuenta esta característica ya que se ha observado que en ocasiones en sí misma es la única manifestación de nefropatía, y la frecuencia de aparición de la misma es de 12 en los sujetos investigados, por otro lado, el síntoma más frecuentemente encontrado fue los cambios en el patrón miccional en un 44% de los casos, seguido de la pérdida de peso (subjetiva) con una frecuencia del 22%.

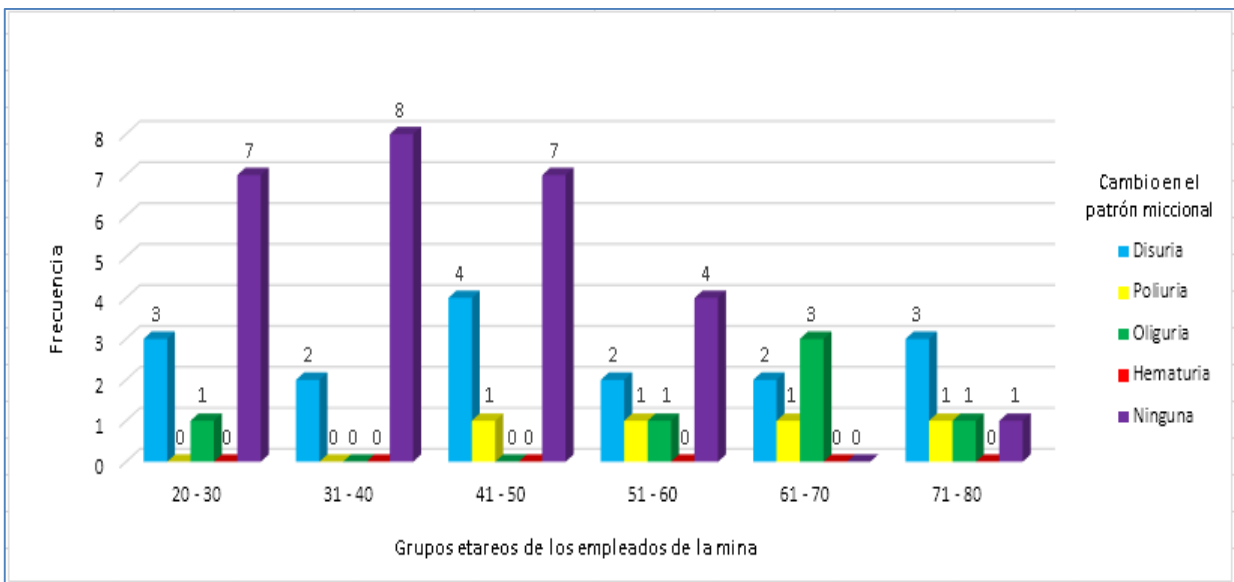
**Interpretación:** se puede afirmar, que el signo más frecuentemente encontrado es la presencia de palidez palmar, y el síntoma más frecuentemente encontrado es los cambios en el patrón miccional.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 3.

**Cuadro 4. Cambios en el patrón miccional en los últimos tres meses**

grupos etareos	Disuria		Poliuria		Oliguria		Hematuria		Ninguna	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
20 – 30	3	18.8	0	0.0	1	16.7	0	0.0	5	25.9
31 – 40	2	12.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	7	29.6
41 – 50	4	25.0	1	25.0	0	0.0	0	0.0	7	25.9
51 – 60	2	12.5	1	25.0	1	16.7	0	0.0	4	14.8
61 – 70	2	12.5	1	25.0	3	50.0	0	0.0	0	0.0
71 – 80	3	18.8	1	25.0	1	16.7	0	0.0	1	3.7
Total	16	100.0	4	100.0	6	100.0	0	0.0	24	100.0

**Grafico 4. Cambios en el patrón miccional en los últimos tres meses**



#### **Cuadro 4.**

**Análisis:** Con mayor detalle en esta tabla se describen los cambios en el patrón miccional que los participantes mencionaron observar, quedando una frecuencia observada de la siguiente manera: disuria con 32% de frecuencia, poliuria con 8% de frecuencia, Oliguria con 12% de frecuencia, hematuria con 0% de frecuencia, por otro lado un 24% de los participantes manifestaron no tener ningún cambio en el patrón miccional.

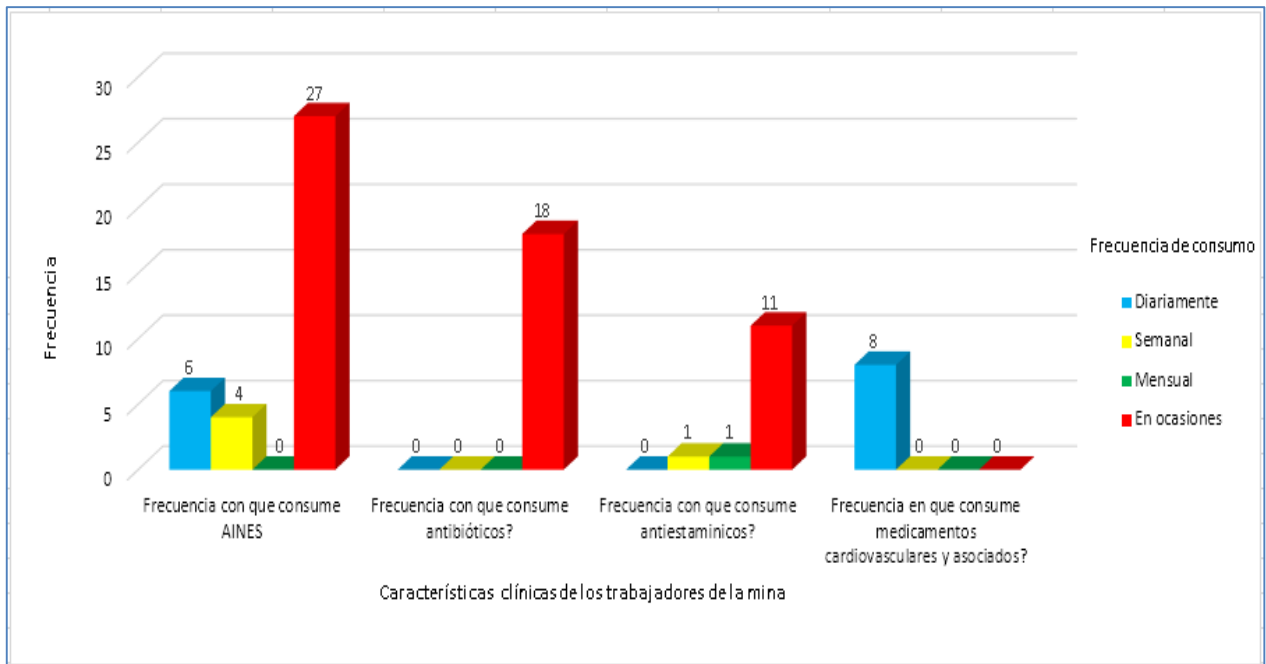
**Interpretación:** La disuria es el principal cambio en el patrón miccional observado, lo que sugiere que los participantes podrían tener infecciones de vías urinarias frecuentemente, seguido de la oliguria, y la poliuria, y no observándose el apareamiento de la hematuria.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 4.

**Cuadro 5. Hábitos Medicamentosos.**

Grupo Farmacológico.	Diariamente		Semanal		Mensual		En ocasiones		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
- Frecuencia con que consume AINES	6	12.0	4	8.0	0	0.0	27	54.0	37	74.0
- Frecuencia con que consume antibióticos?	0	0.0	0	0.0	0	0.0	18	36.0	18	36.0
- Frecuencia con que consume antiestaminicos?	0	0.0	1	2.0	1	2.0	11	22.0	13	26.0
- Frecuencia en que consume medicamentos cardiovasculares y asociados?	8	16.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	8	16.0

**Grafico 5. Hábitos Medicamentosos.**





## **Cuadro 5.**

**Análisis:** en esta tabla se observan los hábitos medicamentosos comparados con un patrón de consumo determinado definido en grupos, como se comenta a continuación: diariamente el grupo farmacológico más consumido son los cardiovasculares con una frecuencia del 16%, seguido de los AINEs con una frecuencia del 12%, de forma semanal; el grupo farmacológico más consumido son los AINEs, con una frecuencia del 8%, seguido de los antihistamínicos con una frecuencia del 2%, de forma mensual, el único grupo que muestra frecuencia es el de los antihistamínicos con un 2%, de forma ocasional, el grupo farmacológico más consumido son los aines con una frecuencia del 74%, seguido de los antibióticos con 36% de frecuencia, continuando con los antihistamínicos con un 26% de frecuencia, terminando con los cardiovasculares con una frecuencia del 16%.

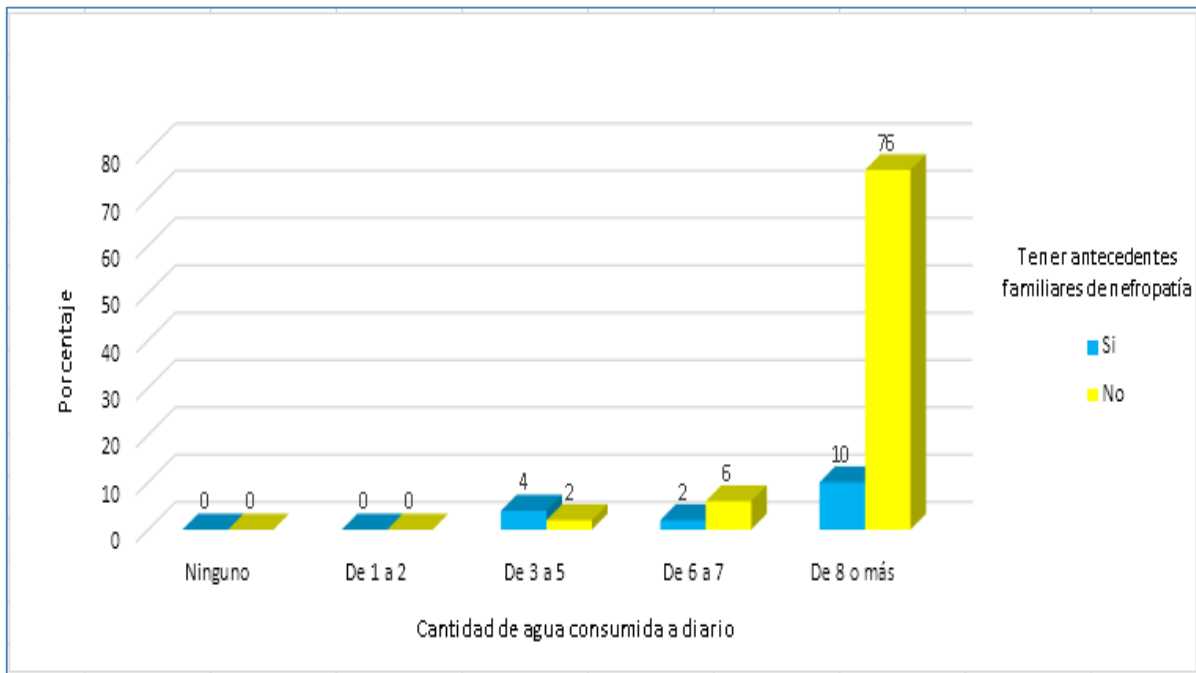
**Interpretación:** El grupo farmacológico más empleado en todos los patrones de consumo fueron los AINEs, lo que apoya la incidencia de la nefropatía crónica ya que algunos de ellos son consideramos altamente nefrotoxicos, seguido de los cardiovasculares, aunque en los datos recabados en la entrevista solo 6 de ellos son conocidos como hipertensos, dos de ellos, tiene además cardiopatía isquémica, y son manejados de manera ambulatoria, no está reflejado en la guía de entrevista por no ser contemplada la cardiopatía isquémica como factor de riesgo para la nefropatía crónica. Y en tercer lugar el grupo de los antihistamínicos.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 5.

**Cuadro 6. Consumo de agua y antecedente familiar de nefropatía**

Cantidad de agua consumida por los mineros durante su faena?	Tener antecedentes familiares de nefropatía crónica?					
	Si		No		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%
Ninguno	0	0.0	0	0.0	0	0.0
De 1 a 2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
De 3 a 5	2	4.0	1	2.0	3	6.0
De 6 a 7	1	2.0	3	6.0	4	8.0
De 8 o más	5	10.0	38	76.0	43	86.0
Total	8	16.0	42	84.0	50	100.0

**Grafico 6. Consumo de agua diaria y antecedente familiar de nefropatía**



## **Cuadro 6.**

**Análisis:** esta tabla refleja y compara el consumo diario de agua (en vasos), con el antecedente familiar de nefropatía, encontrándose lo siguiente: aquellos que tienen antecedente familiar de nefropatía representan el 16% de ellos, un 10% consume de 8 a más vasos con agua al día, un 4% consume de 3 a 5 vasos con agua al día, u solo un 2% consume de 6<sup>a</sup> a 7 vasos con agua al día. Por otros lado un 84% de los participantes no tienen antecedente familiar de nefropatía crónica, de ellos un 86% consume de 8 a más vasos con agua al día, un 8% consume de 6 a 7 vasos con agua al día, y solo un 6% consume de 3 a 5 vasos con agua al día.

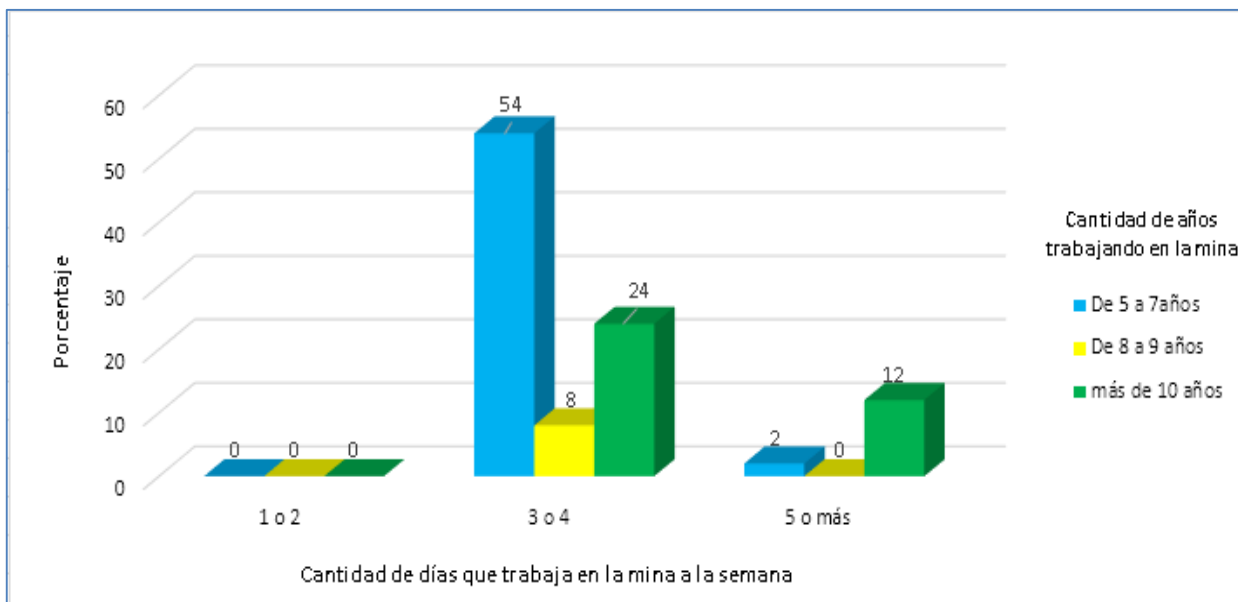
**Interpretación:** se hace tal comparación entre estas dos variables, con base en la creencia popular de que el alto consumo de agua “protege” los riñones, observando paradójicamente que aquellos que tienen antecedente familiar de nefropatía crónica son quienes menos consumen agua, y aquellos que no la tienen consumen mucha más agua con respecto a quienes si tienen dicho antecedente familiar.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 6.

**Cuadro 7. Años de trabajar como minero y días que asiste al empleo**

Cuántos años lleva trabajando en las minas de San Sebastián?	Cantidad de días que trabaja en la mina?							
	1 o 2		3 o 4		5 o más		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
De 5 a 7 años	0	.0	27	54.0	1	2.0	28	56.0
De 8 a 9 años	0	.0	4	8.0	0	0.0	4	8.0
más de 10 años	0	.0	12	24.0	6	12.0	18	36.0
Total	0	.0	43	86.0	7	14.0	50	100.0

**Grafico 7. Cantidad de años trabajando como minero y número días que asiste al empleo**



## **Cuadro 7**

**Análisis:** esta tabla refleja los años de trabajar en la actividad minera junto con los días a la semana dedicados a dicha actividad, sobresale el grupo de participantes que tiene entre 5 a 7 años de trabajar en la actividad minera y dedica de 3 a 4 días a la semana a dicha actividad con un 54% de frecuencia, seguido de aquellos que tienen más de 10 años de trabajar en la minería y que dedican 3 a 4 días a la semana a dicha actividad con un 24 % de frecuencia, y aquellos que tiene de 8 a 9 años de dedicarse a la actividad minera y dedican de 3 a 4 días a la semana a dicha actividad corresponden a un 8%, por otra parte aquellos que trabajan 5 días o más a la semana y tienen más de 10 años de dedicarse a la actividad minera representan un 12%, mientras que aquellos que dedican 5 días o más a la semana a la actividad minera y tienen 5 a 7 años de trabajo en la misma corresponde solo a un 2%.

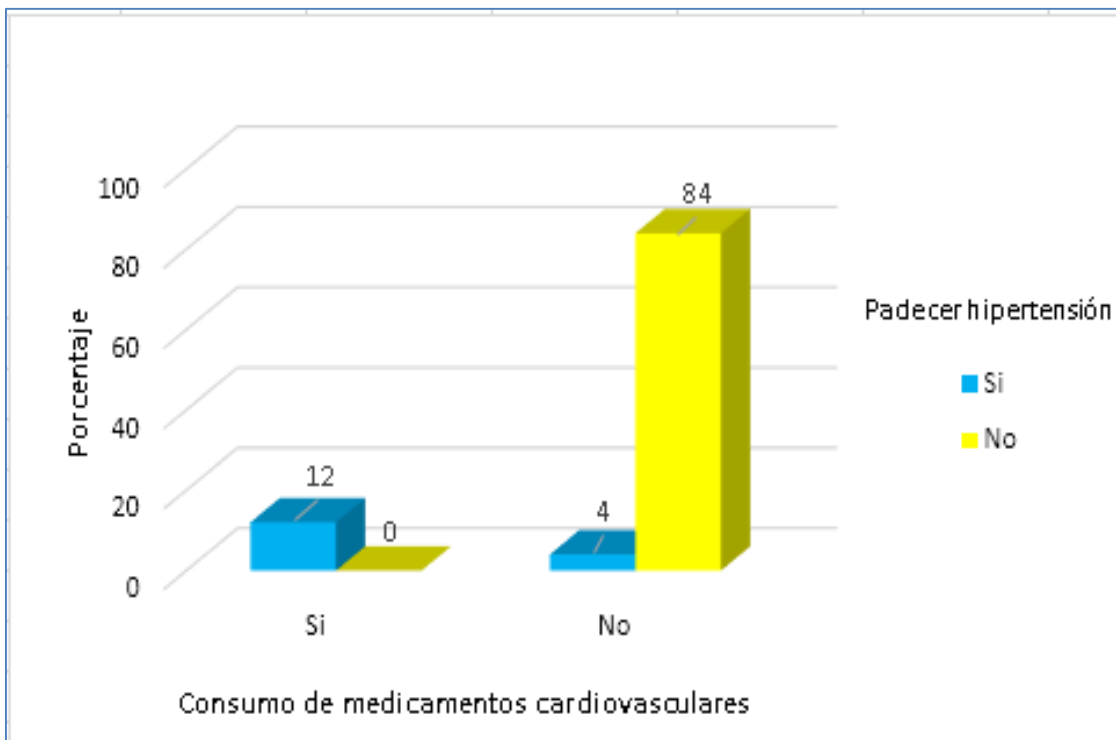
**Interpretación:** la mayoría de los participantes de la investigación tienen entre 5 a 7 años de dedicarse a la actividad minera y dedican de 3 a 4 días a la semana a dicha actividad.

Todos los datos están ilustrados en el gráfico 7.

**Cuadro 8. Hipertensión arterial y consumo de medicamentos cardiovasculares**

Consumo medicamentos cardiovasculares y asociados en forma habitual?	Padece de hipertensión arterial?					
	Si		No		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%
Si	6	12.0	2	4.0	8	16.0
No	0	0.0	42	84.0	42	84.0
Total	6	12.0	44	88.0	50	100.0

**Grafico 8. Hipertensión arterial y consumo de medicamentos cardiovasculares**



### **Cuadro 8.**

**Análisis:** esta tabla presenta aquellos pacientes que ya tiene diagnóstico de hipertensión arterial y consumen a su vez medicamento antihipertensivo (cardiovascular), encontrando lo siguiente: en toda la investigación se encontraron 6 participantes que ya tienen el padecimiento de hipertensión arterial, de ellos los 6 consumen medicamento antihipertensivo, (100%), aunque de manera global ellos representan un 12% con respecto a la muestra global, también se observa un porcentaje del 4% de participantes que consumen medicamentos cardiovasculares y que no son hipertensos, corresponden a un sub grupo de pacientes que tienen su cardiopatía de base y consumen de forma ambulatoria su tratamiento, y que no fue tomada dicha patología a consideración en la presente investigación por no significar un factor de riesgo de daño renal.

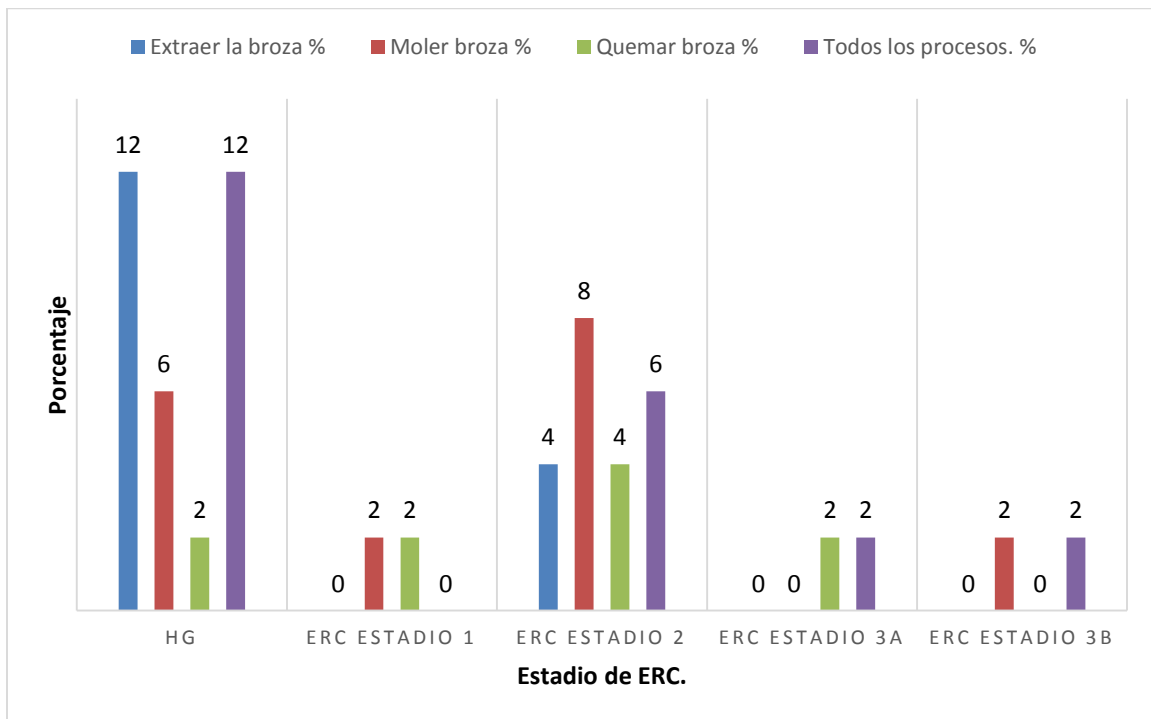
**Interpretación:** el 100% de todos los pacientes que padecen de hipertensión arterial consumen medicamento antihipertensivo.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 8.

**Cuadro 9. Estado de ERC y su rol en la técnica artesanal minera**

Estadios de IRC	Extracción directa de la broza		Moler broza		quemar broza		todos los procesos	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
	Paciente sano	7	14	3	6	2	4	5
Hiperfiltrado glomerular	6	12	3	6	1	2	6	12
ERC estadio 1	0	0	1	2	1	2	0	0
ERC estadio 2	2	4	4	8	2	4	3	6
ERC estadio 3 <sup>a</sup>	0	0	0	0	1	2	1	2
ERC estadio 3b	0	0	1	2	0	0	1	2
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>32</b>

**Gráfico 9. Estado de ERC y su rol en la técnica artesanal minera**





## **Cuadro 9.**

**Análisis:** esta tabla presenta todos los pacientes sospechosos de nefropatías encontrados en la presente investigación abarcando desde el hiperfiltrador glomerular (considerado según la literatura como un estado pre patológico), hasta aquellos que según su filtrado glomerular podían estadificarse en algunas de las etapas de la enfermedad renal crónica comparado con su rol en la técnica de la extracción artesanal del oro, encontrando lo siguiente: un 14% de los pacientes catalogados como sanos se dedican a la extracción de la broza, un 6% de los catalogados como sanos se dedican solo a moler la broza, un 4% de los catalogados como sanos se dedican a quemar la broza, un 10% de los catalogados como sanos realiza todos los procesos. Por otro lado de aquellos catalogados como hiperfiltradores, un 12% se dedica a la extracción de la broza, un 6% a la moler la broza, un 2% a quemar la broza, un 12% realiza todos los procesos. En cuanto a los catalogados como ERC estadio 1, un 2% se dedica a moler la broza, y otro 2% a quemarla. En cuanto a los catalogados como ERC estadio 2, un 4% extrae la broza, un 8% muele la broza, un 4% quema la broza, y un 6% realiza todos los procesos, en cuanto a los catalogados como ERC estadio 3<sup>a</sup>, un 2% quema la broza, y un 2% realiza todos los procesos, y con los catalogados como ERC estadio 3b, un 2% muele la broza, y un 2% realiza todos los procesos.

**Interpretación:** la mayor parte de los pacientes catalogados como sanos se dedica a la extracción de la broza, la mayor concentración de hiperfiltradores se encuentran entre la extracción de la broza y realizar todos los procesos, los pacientes catalogados como ERC estadio 1 muelen y queman la broza, en cuanto a los pacientes catalogados como ERC estadio 2, realizan mayormente la actividad de moler y quemar la broza, los catalogados como ERC

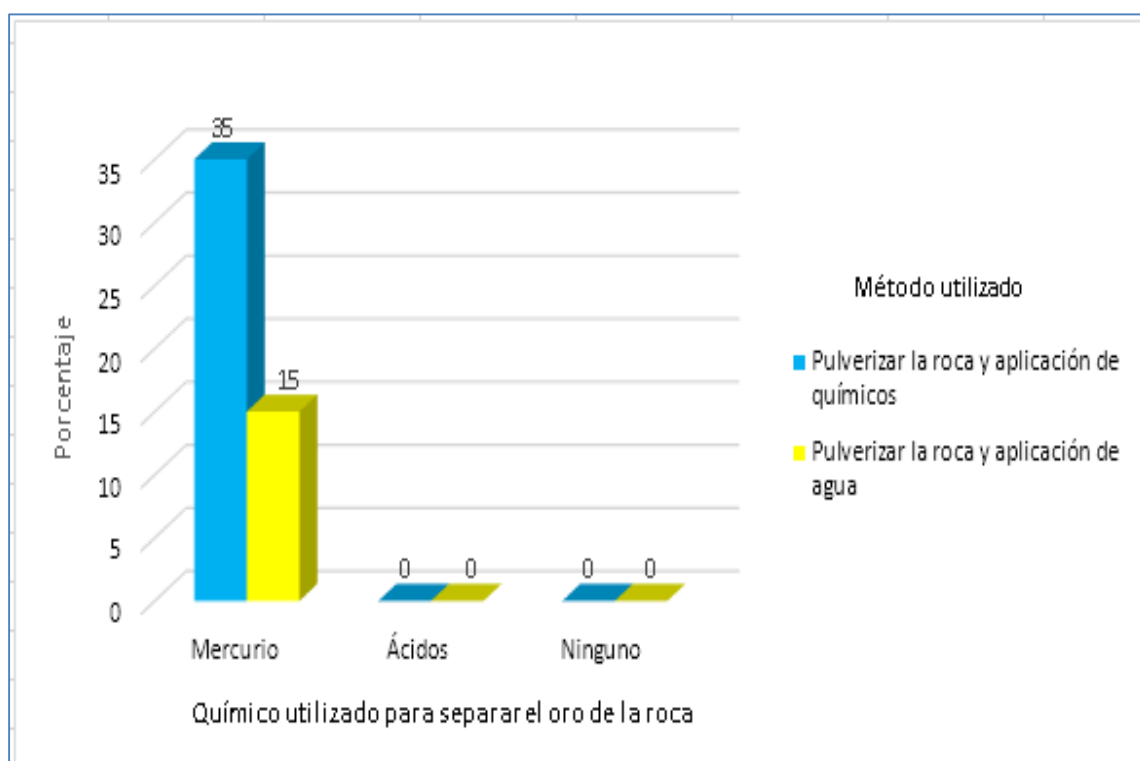
estadio 3 a realizan la actividad de quemar la broza y todos los procesos, y los catalogados como 3b se distribuyen entre moler la broza y todos los procesos.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 9.

**Cuadro 10. Método utilizado y el tipo de químico aplicado para la separación del oro y la roca**

Tipo de químico utilizado para separar el oro de la roca?	Pulverizar la roca y aplicación de químicos		Pulverizar la roca y aplicación de agua	
	Frec	%	Frec	%
Mercurio	35	70.0	15	30.0
Ácidos	0	0.0	0	0.0
Ninguno	0	0.0	0	0.0
Total	35	70.0	15	30.0

**Grafico 10. Método utilizado y el tipo de químico aplicado para la separación del oro y la roca**



### **Cuadro 10.**

**Análisis:** esta tabla representa el tipo de químico utilizado comparado con la técnica utilizada para la separación del oro de la roca, encontrando lo siguiente: un 70% de los participantes utiliza químicos (mercurio) para separación final del oro de la roca, mientras que un 30% utiliza agua para separación final del oro de la roca.

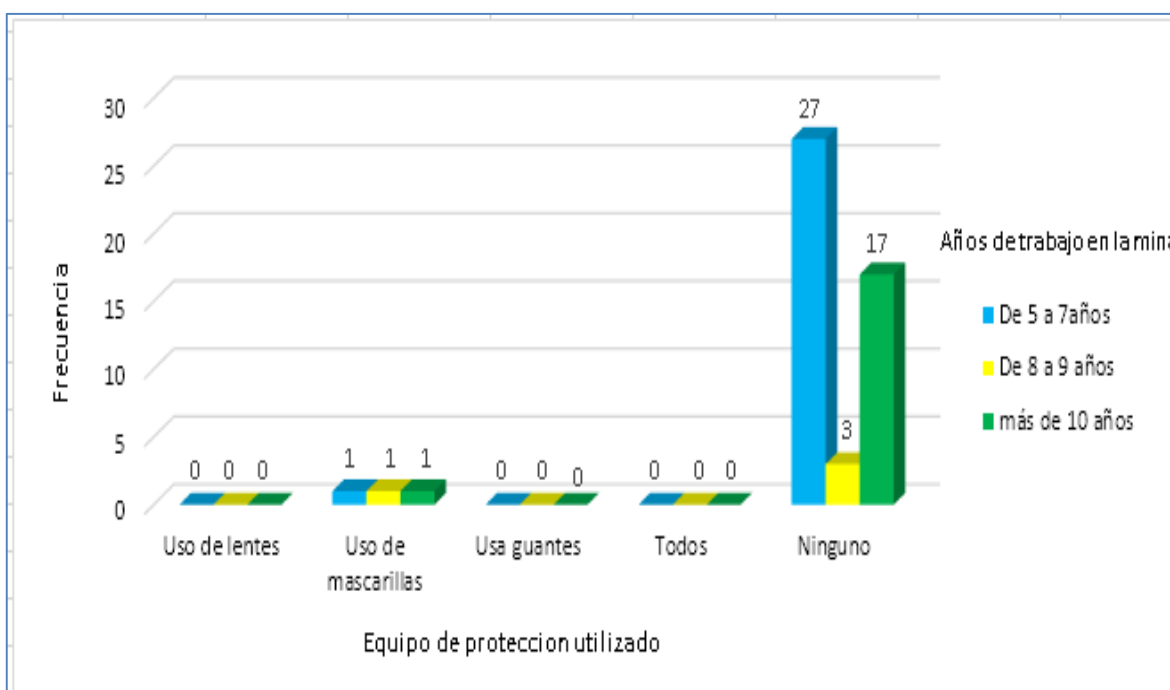
**Interpretación:** la gran mayoría de los participantes utiliza químicos en el proceso final de la separación del oro de la roca, para el caso el mercurio, el cual tiene gran potencial nefrotoxicos.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 10.

**Cuadro 11. Uso de medidas de protección y años de trabajo en la mina**

Cuántos años lleva trabajando en las minas de San Sebastián?	Uso de lentes		Uso de mascarillas		Usa guantes		Todos		Ninguno	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
	De 5 a 7 años	0	0.0	1	33.3	0	0.0	0	0.0	27
De 8 a 9 años	0	0.0	1	33.3	0	0.0	0	0.0	3	6.4
más de 10 años	0	0.0	1	33.3	0	0.0	0	0.0	17	36.2
Total	0	0.0	3	100.0	0	0.0	0	0.0	47	100.0

**Grafico11. Uso de medidas de protección y años de trabajo en la mina**



### **Cuadro 11.**

**Análisis:** esta tabla refleja el uso de medidas de protección a la hora del trabajo minero comparado con los años de trabajo en dicha actividad, encontrando los siguientes resultados: el uso de mascarillas representa la medida de protección usada en un 33.3% en los grupos que tienen de 5 a 7 años de trabajar en la mina, al igual que los que tienen de 8 a 9 años, igualmente los que tienen más de 10 años de trabajar en la mina.

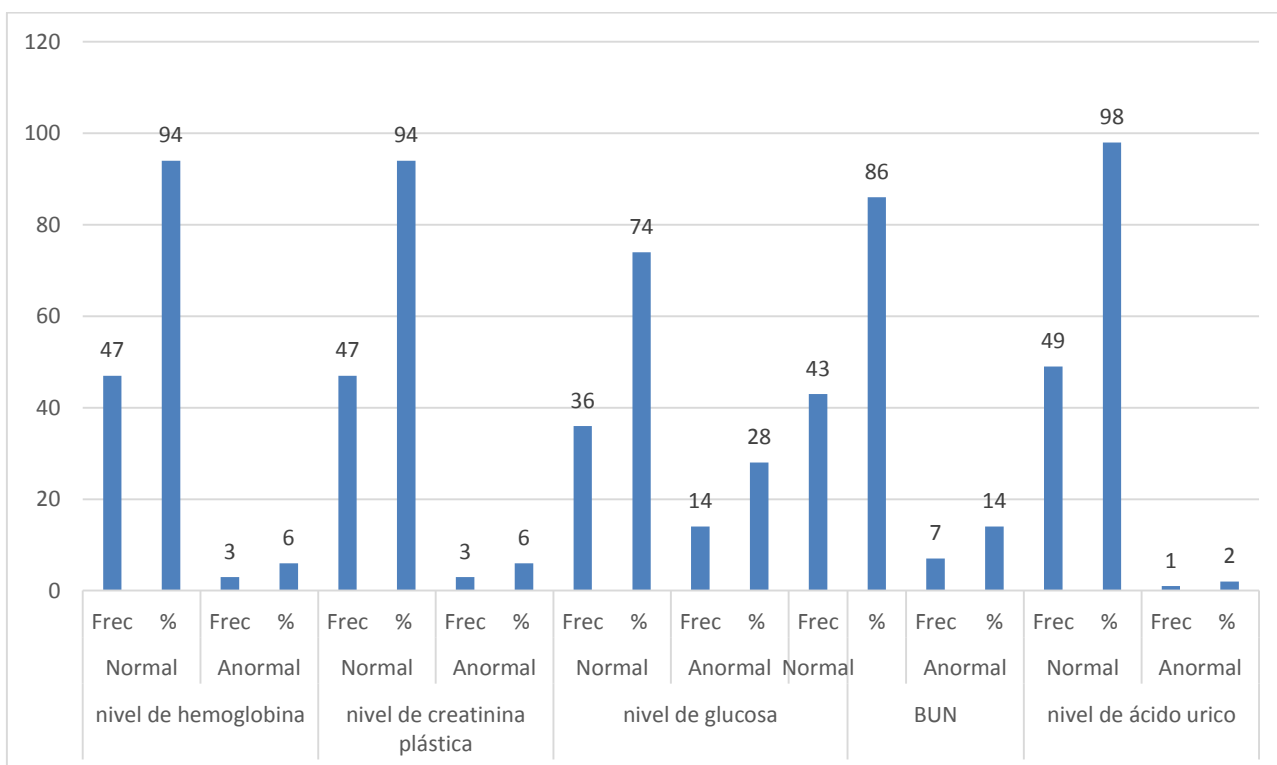
**Interpretación:** la única medida de protección utilizada a la hora del trabajo minero es el uso de mascarilla, en un muy bajo porcentaje de participantes.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 11.

**Cuadro 12. Resultados de Laboratorio. (Perfil Renal).**

Hemoglobina				Creatinina.				Glucosa.				Ácido úrico.				Nitrógeno Ureico.			
Normal		Anormal		Normal		Anormal		Normal		Anormal		Normal		Anormal		Normal		Anormal	
Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
47	94	3	6	47	94	3	6	36	74	14	28	49	98	1	2	43	86	7	14

**Grafico 12. Resultados de Laboratorio. (Perfil Renal).**



## **Cuadro 12.**

**Análisis:** esta tabla presenta de manera global los resultados del estudio de química sanguínea que son parte del perfil renal realizado a los pacientes, encontrando los siguientes hallazgos: el 94% de los pacientes estudiados tienen niveles de hemoglobina normales mientras que un 6% tienen anemia leve, estos pacientes a su vez están clasificados con algún estadio de ERC, el 94% de los pacientes tienen niveles de creatinina normal, el restante 6% corresponden a 3 pacientes uno de ellos niveles altos con respecto a su sexo (mujer) y también fue estadificado para ERC, los dos restantes tenían más bajos de creatinina de lo esperado según su sexo comparado con el rango internacional de referencia. En cuanto a la glucosa plasmática, un 74% de los pacientes tamizados tienen su glicemia normal, el restante 28%, corresponden a 14 pacientes de los cuales 10 de ellos (20%) representan hipoglicemia, los 4 restantes (8%) presentaban hiperglicemia y sugieren el hallazgo incidental de diabetes mellitus, en cuanto al ácido úrico un 98% de los usuarios tienen niveles normales, un 2% que representa un solo paciente posee niveles altos según los rangos normales de comparación, y además este usuario es estadificado para ERC, el 86% de los participantes tienen niveles normales de nitrógeno ureico, mientras que un 14% tenía niveles más bajos comparado con los rangos internacionales de referencia.

**Interpretación:** no se aprecia una alteración pronunciada de los resultados de laboratorio, resaltado el hallazgo de la anemia en el caso del 6% de los participantes que además fueron clasificados como ERC, y solo un 2% tenía elevación de la creatinina si también es clasificado como ERC, los demás parámetros no muestran alteración significativa.

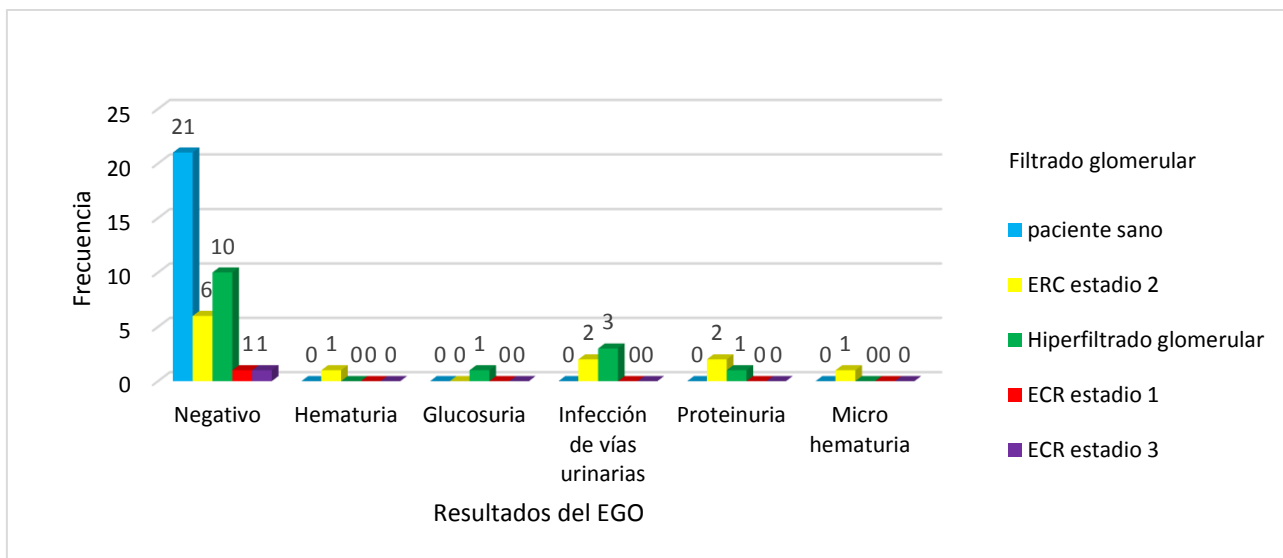
Todos los datos están ilustrados en la grafico 12.



**Cuadro 13. ERC y valores del examen general de orina**

General de orina	Estadios de IRC											
	paciente sano		Hiperfiltrado glomerular.		Enfermedad renal estadio 1		Enfermedad renal estadio 2		Enfermedad renal estadio 3		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
Negativo	21	42.0	10	20.0	1	2.0	6	12.0	1	2.0	39	78.0
Hematuria	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.0	0	0.0	1	2.0
Glucosuria	0	0.0	1	2.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.0
Infección de vías urinarias	0	0.0	3	6.0	0	0.0	2	4.0	0	0.0	5	10.0
Proteinuria	0	0.0	1	2.0	0	0.0	2	4.0	0	0.0	3	6.0
Micro hematuria	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.0	0	0.0	1	2.0
Total	21	42.0	15	30.0	1	2.0	12	24.0	1	2.0	50	100.0

**Grafico 13. ERC y valores del examen general de orina**



### **Cuadro 13.**

**Análisis:** esta tabla ofrece una comparación entre los resultados del examen general de orina con los diferentes estadios de ERC encontrados en la investigación, encontrando lo siguiente: un 78% de los participantes no tienen alteración en su EGO, de ellos un 20% catalogados como hiperfiltradores no tienen alteración en su EGO, un 2% catalogados como ERC estadio 1, no tiene alteración en su EGO, así mismo 12% catalogado como ERC estadio 2 no tiene alteración en su EGO, y un 2% catalogado como ERC estadio 3 no tiene alteración en su EGO. Por otro lado un 4% de los pacientes estudiados presentaron hematuria en diferente grado, en esta misma proporción fueron catalogados como ERC estadio 2, un 2% de ellos presentan glucosuria y son catalogados como hiperfiltradores, sugiriendo el hallazgo incidental de diabetes mellitus, un 6% presenta proteinuria, de los cuales un 2% es catalogado como hiperfiltrador, y un 4% como ERC estadio 2, además se encontró un 10% de infección de vías urinarias como hallazgo incidental, de los cuales un 6% fueron catalogados como hiperfiltradores, y un 4% como ERC estadio 2.

**Interpretación:** los hallazgos compatibles con ERC encontrados fueron hematuria en diferente grado, y proteinuria en un 4% y 6% respectivamente, así mismo la infección de vías urinarias fue un hallazgo incidental en un 10% de los casos, y un 2% de glucosuria, lo que sugiere el hallazgo incidental de diabetes mellitus.

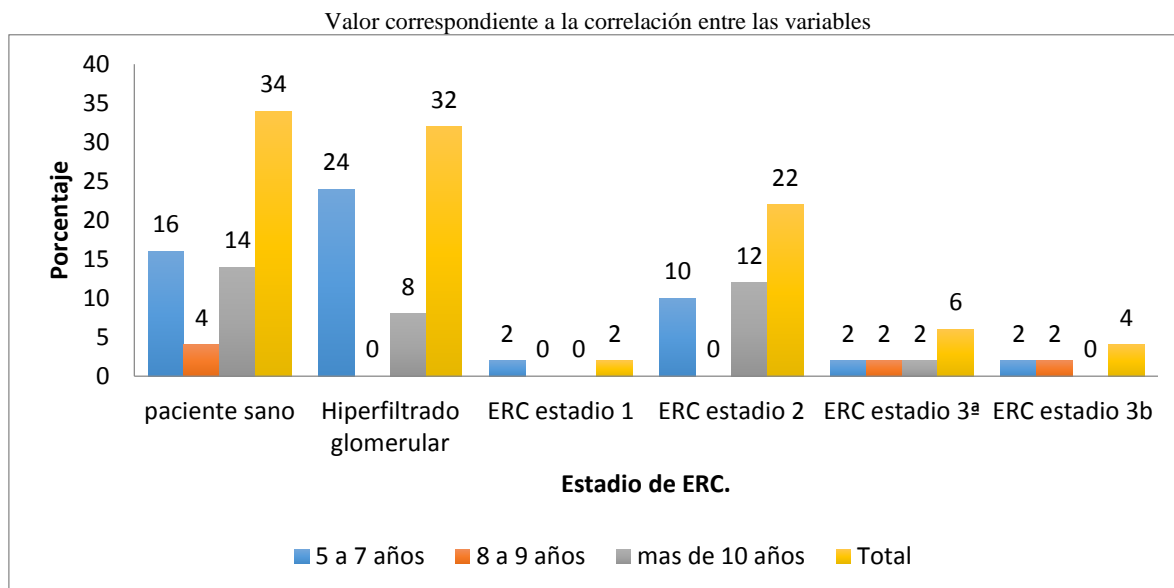
Todos los datos están ilustrados en el gráfico 13.

**Cuadro 14. Existencia de nefropatía según años de trabajo en la minería**

Estadios de IRC	Cuántos años lleva trabajando en las minas de San Sebastián?							
	De 5 a 7 años		De 8 a 9 años		más de 10 años		Total	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
paciente sano	8	16.0	2	4.0	7	14.0	17	34.0
Hiperfiltrado glomerular	12	24.0	0	0.0	4	8.0	16	32.0
ERC estadio 1	1	2.0	0	0.0	0	0.0	1	2.0
ERC estadio 2	5	10.0	0	0.0	6	12.0	11	22.0
ERC estadio 3a	1	2.0	1	2.0	1	2.0	3	6.0
ERC estadio 3b	1	2.0	1	2.0	0	0.0	2	4.0
Total	28	56.0	4	8.0	18	36.0	50	100.0

Correlación con Rho de Spearman por los niveles de las variables		Cuántos años lleva trabajando en las minas de San Sebastián?	Estadios de IRC
Cuántos años lleva trabajando en las minas de San Sebastián?	Coefficiente de correlación	1.000	-.155*
	Sig. (bilateral)	.	.281
	N	50	50

**Grafico 14. Existencia de nefropatía según años de trabajo en la minería**



## **Cuadro 14**

### **Análisis:**

Esta tabla refleja las variables de tiempo de laborar en la actividad minera comparado con el estadio de enfermedad renal crónica. Se encontraron los siguientes resultados: los pacientes que han trabajado durante 5 a 7 años se observa la mayor cantidad de personas con algún grado de disminución de filtración glomerular, siendo esta una cantidad de casos mayor con respecto a los que han laborado durante 8 a 9 años y aquellos que han laborado más de 10 años.

### **Interpretación:**

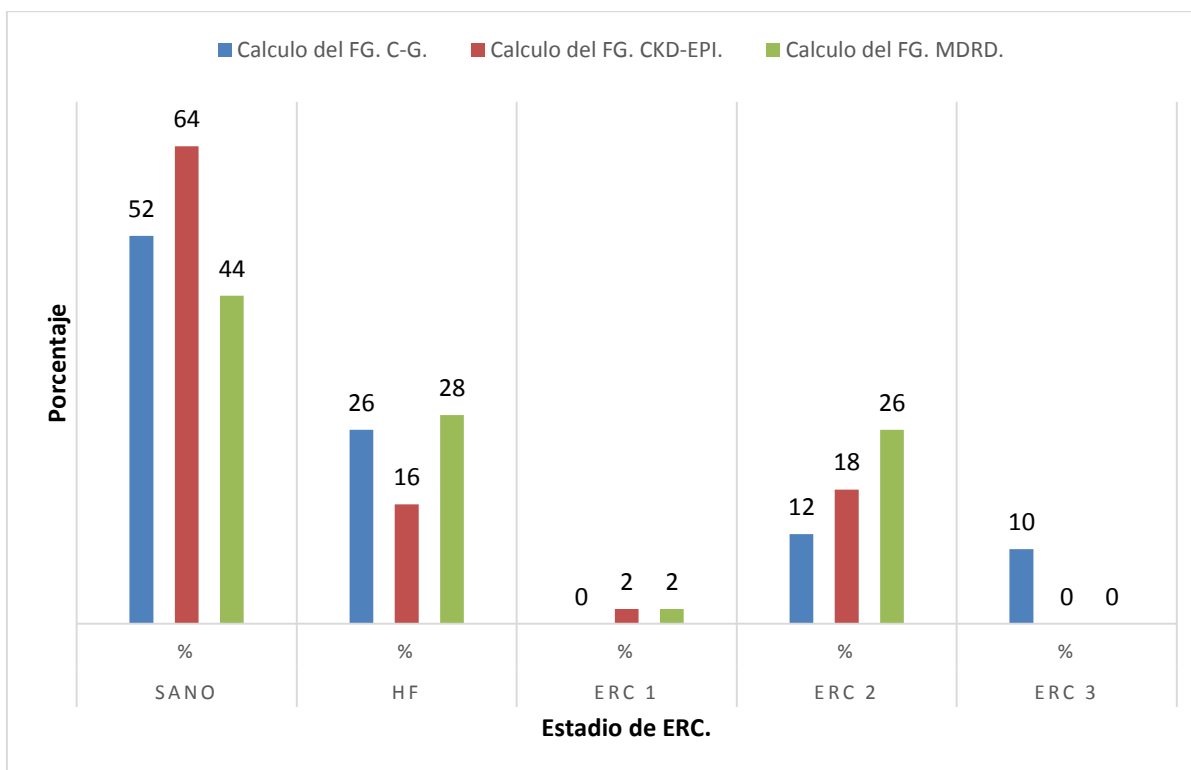
Mediante la prueba de correlación de spearman esta nos demuestra que no existe relación entre el tiempo laborado en la actividad minera y la disminución del filtrado glomerular, pero estas variables no son independientes.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 14.

**Cuadro 15. Calculo del filtrado glomerular y estadios de ERC.**

Calculo del FG.	paciente sano		Hiperfiltrado glomerular.		Enfermedad renal estadio 1		Enfermedad renal estadio 2		Enfermedad renal estadio 3	
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
	Cockcroft-Gault (C-G)	26	52.0	13	26.0	0	0.0	6	12.0	5
Chronic Kidney Disease-Epidemiology Collaboration (CKD-EPI)	32	64.0	8	16.0	1	2.0	9	18.0	0	0.0
Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)	22	44.0	14	28.0	1	2.0	13	26.0	0	0.0

**Grafico 15. Calculo del filtrado glomerular y estadios de ERC.**



### **Cuadro 15.**

**Análisis:** esta tabla muestra el cálculo del filtrado glomerular con las tres fórmulas utilizadas en el estudio para dicho fin, con respecto a la clasificación que se hace con cada cual a los participantes, encontrando lo siguiente: utilizando la formula C-G se detectaron un 52% de pacientes sanos, un 26% pacientes hiperfiltradores, ningún paciente en ERC estadio 1, un 12% de pacientes en estadio2, y un 10% de pacientes en estadio 3, utilizando la formula CKD.EPI, se detectó un 64% de pacientes sanos, un 16% de pacientes hiperfiltradores, un 2% de pacientes ERC estadio 1, un 18% de pacientes ERC estadio 2, y ningún paciente ERC estadio 3, mientras que utilizando la formula MDRD se detectaron 44% de pacientes sanos, un 28% como hiperfiltradores, un 2% de pacientes ERC estadio1, un 26% de pacientes ERC estadio 2, y ningún paciente ERC estadio 3.

**Interpretación:** las tres fórmulas mantienen diferencias marcadas en la mayoría de los casos con respecto a la caracterización que cada cual realiza, y solo una de ellas pudo detectar pacientes en estadio 3 de la ERC a pesar que los mismos pacientes fueron evaluados con las dos restantes.

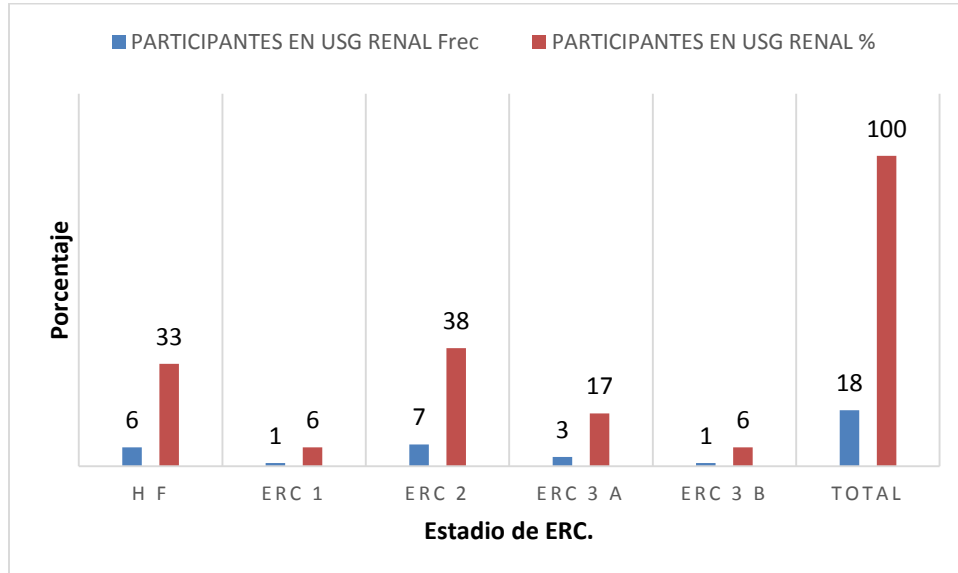
Todos los datos están ilustrados en el grafico 15.

## Análisis del Estudio Ultrasonografico.

**Cuadro 16. Participantes en Ultrasonografía Renal.**

PARTICIPANTES EN USG RENAL		
DIAGNOSTICO	Frec	%
H F	6	33
ERC 1	1	6
ERC 2	7	38
ERC 3 a	3	17
ERC 3 b	1	6
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

**Grafico 16. Participantes en Ultrasonografía Renal.**



**Cuadro 16.**

**Análisis:** del total de los participantes en la investigación (50), accedieron a practicarse estudio de imagen (ultrasonografía renal), 18 personas que equivalen a un 36 % de la muestra general, así mismo también representan el 55 % de los sospechosos de nefropatía crónica (incluyen hiperfiltradores y pacientes con algún estadio de ERC, que suman 33 participantes), los que en términos generales equivalen a un 66 % de la muestra general, y se desglosan de la siguiente manera: 36 % son hiperfiltradores, un 6% son ERC estadio 1, 38% son ERC estadio 2, un 17 % son ERC estadio 3 a, y un 6% son ERC estadio 3b.

**Interpretación:** la mayoría de los pacientes en quienes se realiza el estudio de imagen son ERC estadio 2, (38%), seguido de un 36% de pacientes hiperfiltradores, un 17 % de pacientes con ERC estadio 3 a, y un 6% de pacientes con ERC estadio 3b.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 16.

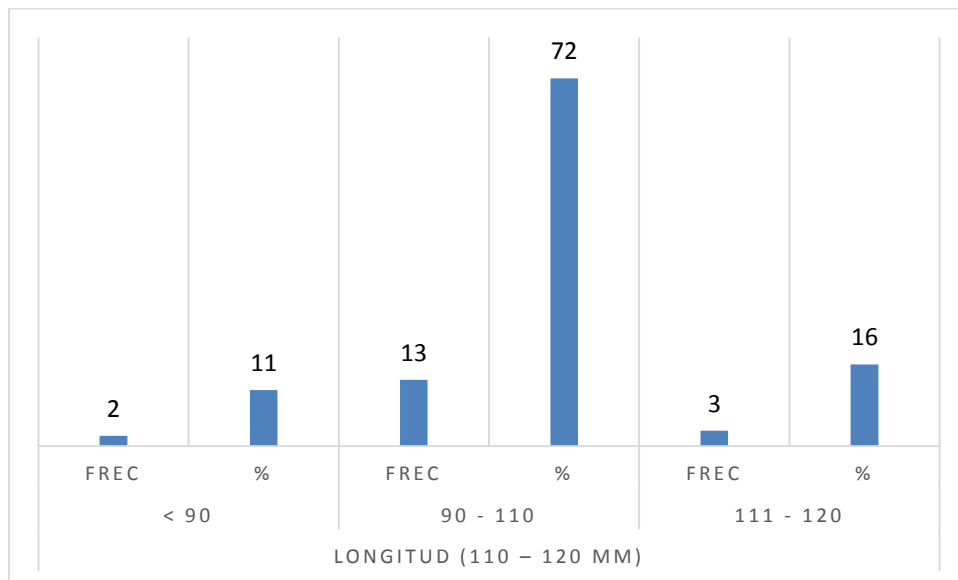


## Cuadro 17. Parámetros Ultrasonograficos del Riñón Derecho.

### Cuadro 17.1 Longitud. Riñón Derecho.

LONGITUD (110 – 120 mm)					
< 90		90 - 110		111 - 120	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
2	11	13	72	3	16

### Grafico 17.1 Longitud. Riñón Derecho.



### **Cuadro 17.1**

**Análisis:** Se considera la longitud normal del riñón derecho de 110 – 120 mm <sup>83, 84</sup>, Idealmente para hacer comparaciones sobre estos parámetros se debe hacer uso de estudios realizados en poblaciones con rasgos culturales y antropométricos iguales o aproximados, dado que en la actualidad no existe un estudio de esa naturaleza en El Salvador, se han tomado dos estudios significativos para hacer la mencionada comparación, de los cuales se derivan parámetros considerados como normales, para el caso de la longitud renal derecha se considera normal de 110 a 120 mm <sup>83, 84</sup> encontrando lo siguiente: un 11% de los estudiados tienen longitud renal menor de 90 mm, un 72% tiene longitud renal de entre 90 - 110 mm, y un 16% longitud renal de entre 111 - 120 mm.

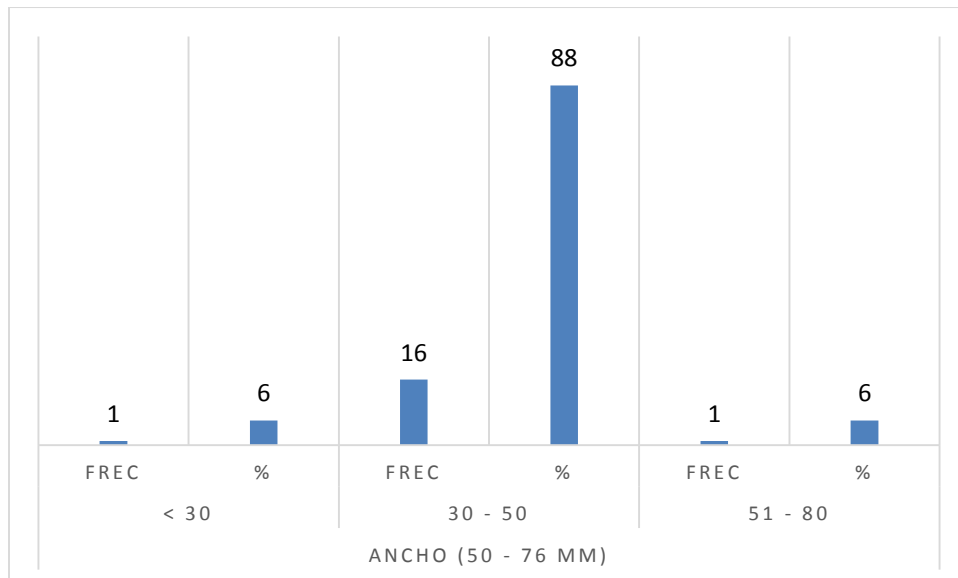
**Interpretación:** la mayor parte de los estudiados con imagen tiene longitud renal derecha de entre 90 – 110 mm, en un 72%, seguido de un 16% con longitud renal derecha de entre 111 – 120 mm, y un 11% con longitud renal derecha menor de 90 mm.

Todos los datos están ilustrados en el gráfico 17.1

**Cuadro 17.2 Ancho. Riñón Derecho.**

ANCHO (50 - 76 mm)					
< 30		30 - 50		51 - 80	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	6	16	88	1	6

**Grafico 17.2 Ancho. Riñón Derecho.**



## **Cuadro 17.2**

**Análisis:** Tomando como valor normal de 50 - 76 mm<sup>83,84</sup> para el riñón derecho se encontraron los siguientes resultados: un 6% de los estudiados tienen anchura renal derecha menor de 30 mm, un 88% tiene anchura renal de entre 30 – 50 mm, y un 6% tiene anchura renal derecha de entre 51 – 76 mm.

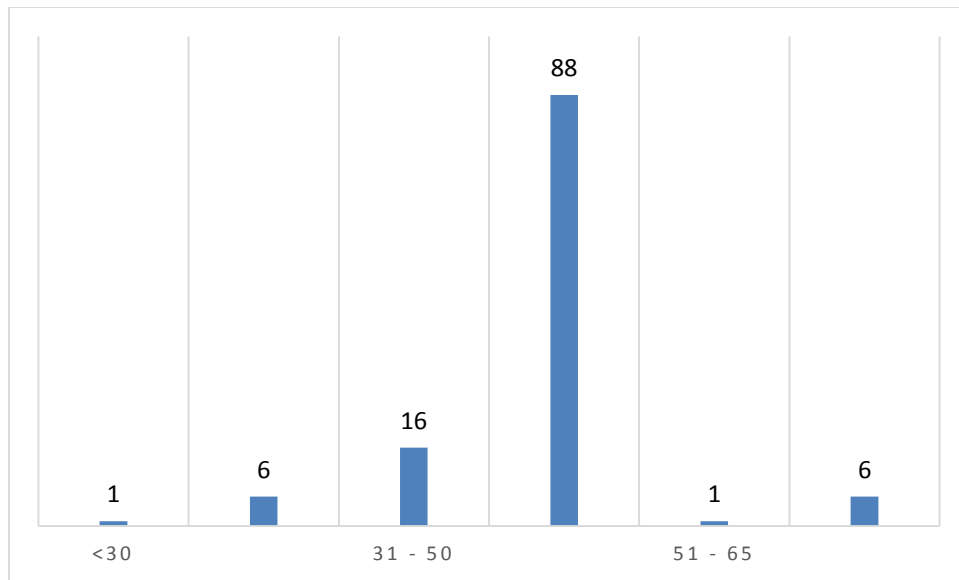
**Interpretación:** un la mayor parte de los estudiados tienen anchura renal de entre 30 – 50 mm, considerado como un rango normal, seguido de un 6% que tiene anchura renal de entre 51 - 80 mm, y otro 6% anchura renal derecha menor de 30 mm, esto último considerado como anormal.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 17.2

**Cuadro 17.3 Espesor. Riñón Derecho.**

ESPESOR (30 – 35 mm)					
10 - 30		31 - 50		51 - 65	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	6	16	88	1	6

**Grafico 17.3 Espesor. Riñón Derecho.**



### **Cuadro 17.3**

**Análisis:** Tomando como valor normal el espesor renal derecho con medidas de entre 30 - 35 mm <sup>83, 84</sup> se encuentran los siguientes resultados entre los estudiados: un 88% tiene espesor renal entre 31 – 50 mm, un 6% tiene espesor renal de entre 51 – 65mm, y un 6% tiene espesor renal de entre 10 – 30 mm.

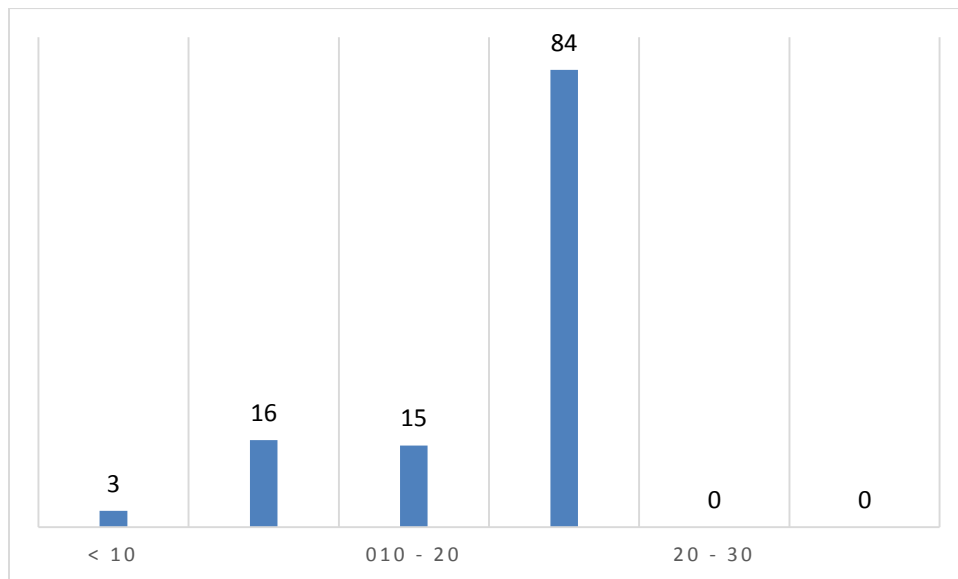
**Interpretación:** un 88% de los estudiados tiene espesor renal derecha entre 31 – 50 mm considerado como normal, seguido de un 6% que tiene espesor renal entre 51 – 65 mm, y un 6 % tiene espesor renal derecho de entre 10 - 30 mm, considerado como anormal.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 17.3

**Cuadro 17.4. Parénquima. Riñón Derecho.**

PARENQUIMA (11 – 23 mm)					
< 10		10 - 20		20 – 30	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
3	16	15	84	0	0

**Grafico 17.4 Parénquima. Riñón Derecho.**



#### **Cuadro 17.4**

**Análisis:** Tomando como valor normal la medida del parénquima renal derecho de entre 11 - 23 mm <sup>83, 84</sup> los sujetos estudiados obtuvieron los siguientes resultados: un 16% tiene medidas menores de 10 mm, un 84 % tiene medidas de entre 10 - 20 mm, y ninguno obtuvo medidas de entre 20 – 30 mm.

**Interpretación:** un 84 % de los estudiados obtuvieron medidas para su parénquima renal derecho de entre 10 – 20 mm consideradas como normales, un 16% tiene medidas de entre 10 – 20 mm, considerado como anómalo.

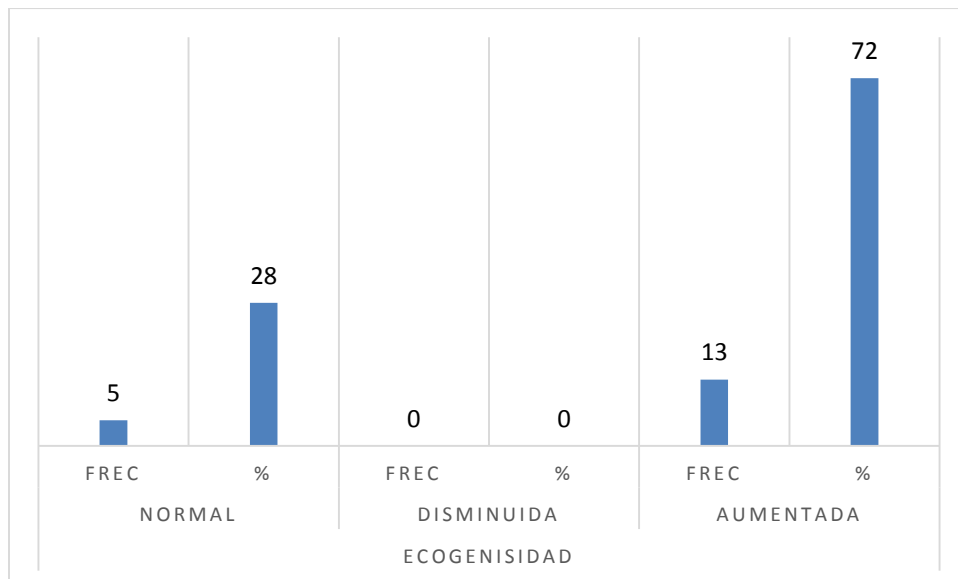
Todos los datos están ilustrados en el grafico 17.4



**Cuadro 17.5 Ecogenisidad. Riñón Derecho.**

ECOGENISIDAD					
Normal		Disminuida		Aumentada	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
5	28	0	0	13	72

**Grafico 17.5 Ecogenisidad. Riñón Derecho.**



### **Cuadro 17.5**

**Análisis:** La Ecogenisidad encontrada en los participantes para su riñón derecho revela los resultados siguientes: un 28% de los pacientes tiene ecogenisidad normal, mientras que un 72% de los casos la ecogenisidad esta aumentada, y en ninguno de los casos la ecogenisidad esta disminuida.

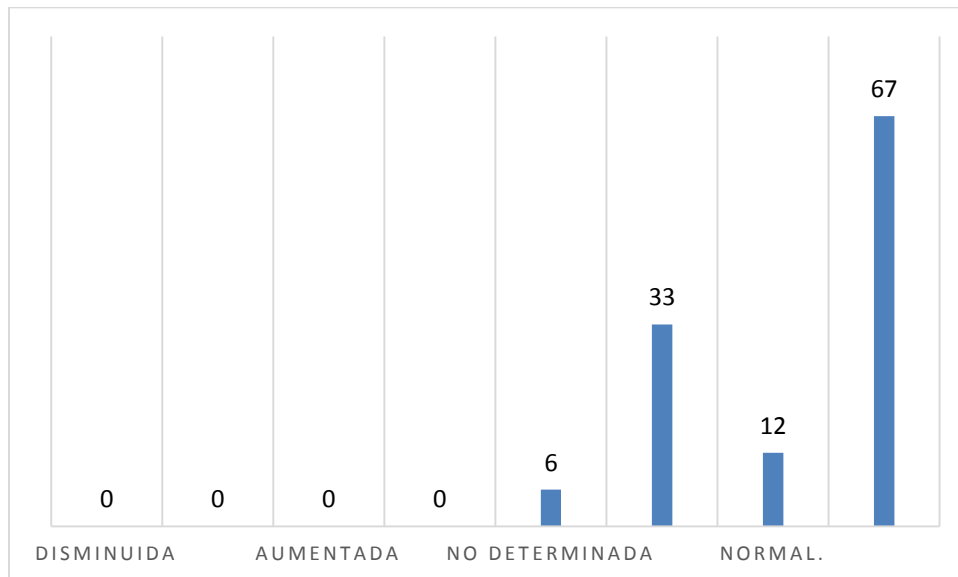
**Interpretación:** en la mayoría de los estudiados su Ecogenisidad para su riñón derecho esta aumentada lo que corresponde a un 72% de los casos, mientras que solo un 28% de los casos dicho parámetro se encuentra normal, en ninguno de los casos la ecogenisidad esta disminuida.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 17.5

**Cuadro 17.6. Relación cortico medular. (RCM). Riñón Derecho.**

RELACION CORTICO MEDULAR.							
Disminuida		Aumentada		No determinada		Normal.	
Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
0	0	0	0	6	33	12	67

**Grafico 17.6 Relación cortico medular. Riñón Derecho.**



### **Cuadro 17.6**

**Análisis:** A la hora de medir la relación cortico medular en el riñón derecho de los participantes se obtuvieron los siguientes datos: en un 67% de los casos dicha relación estaba normal, pero en un 33% de los casos este parámetro no se podía determinar, en ninguno de los casos se encontró disminuida o aumentada.

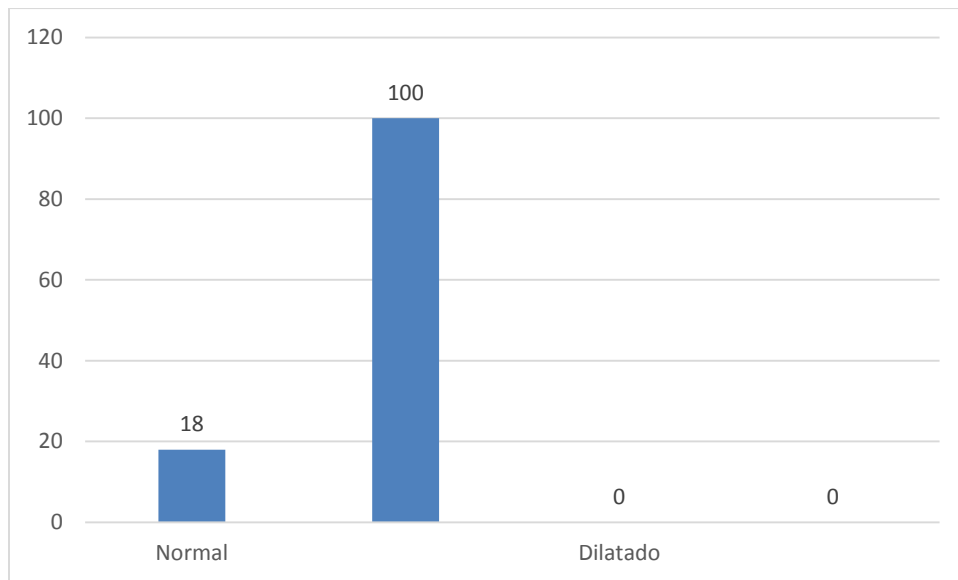
**Interpretación:** en la mayoría de los casos la relación cortico medular estaba conservada o normal, pero en un 33% de los casos no se podía determinar, lo que es considerado como signo de nefropatía temprana, en ninguno de los casos se encontró aumentada o disminuida.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 17.6

**Cuadro 17.7 Sistema Pielocalicial (SPC). Riñón Derecho.**

SISTEMA PIELOCALISIAL.			
Normal		Dilatado	
Frec	%	Frec	%
18	100	0	0

**Grafico 17.7 Sistema Pielocalicial (SPC). Riñón Derecho.**



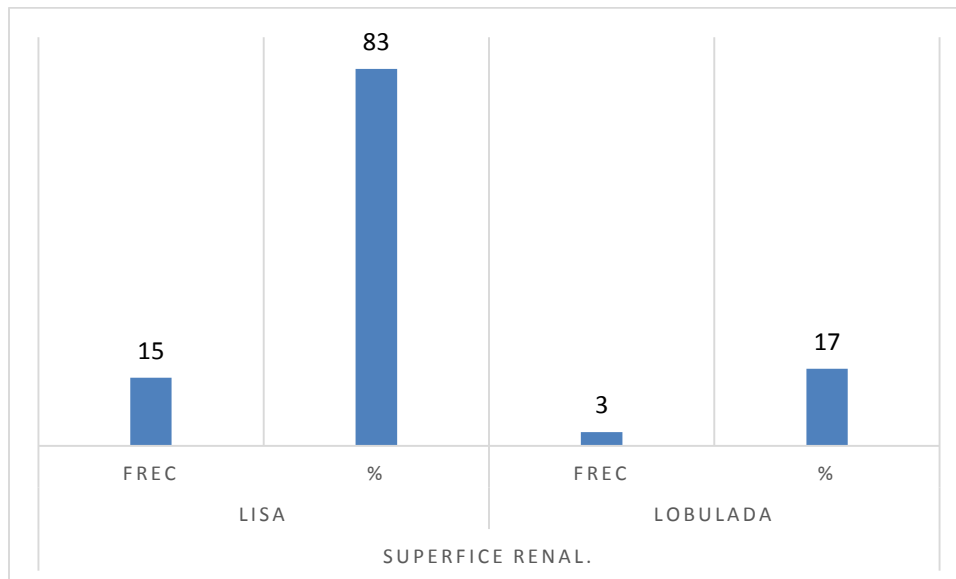
**Cuadro 17.7**

**Análisis e interpretación:** a la hora de evaluar el sistema Pielocalicial del riñón derecho se encuentran los siguientes resultados; en un 100 % de los casos se encontraba norma, en ningún caso se encontraba dilatado.

**Cuadro 17.8 Superficie Renal. Riñón Derecho.**

SUPERFICE RENAL.					
Lisa		Lobulada		Atrofiada	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
15	83	3	17	0	0

**Tabla 17.8 Superficie Renal. Riñón Derecho.**



**Cuadro 17.7**

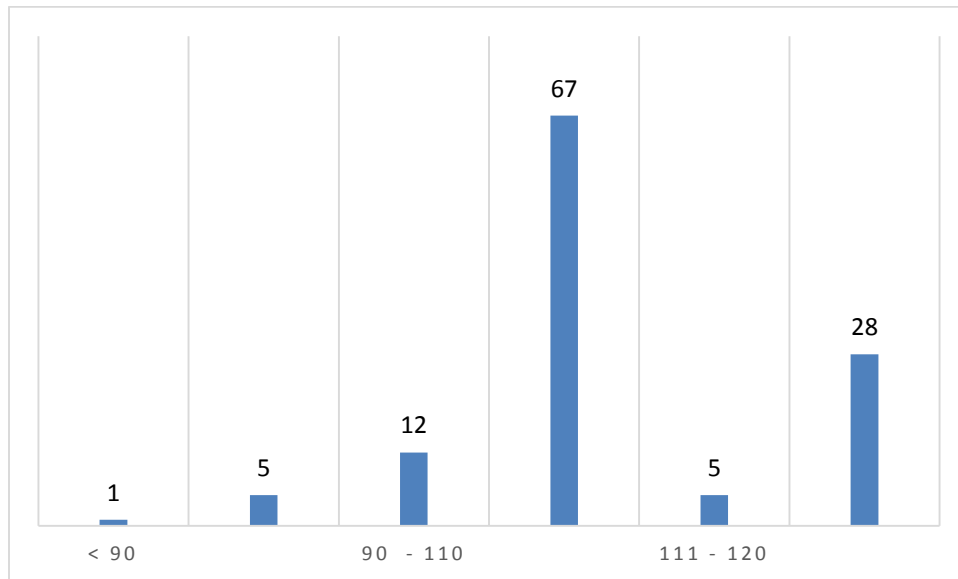
**Análisis e interpretación:** Al evaluar la superficie renal derecha de los participantes se encontró lo siguiente: en un 83% de los casos esta se encontraba lisa, lo cual es un hallazgo normal, mientras que en un 17% se encontraba lobulada, lo que a su vez es un signo ultrasonográfico de nefropatía, en ninguno de los casos se encontraba atrofiada.

## 18. Parámetros Ultrasonograficos del Riñon Izquierdo.

**Cuadro 18.1 Longitud. Riñón Izquierdo.**

LONGITUD (110 – 120 mm)					
< 90		90 - 110		111 - 120	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	5	12	67	5	28

**Grafico 18.1 Longitud Riñon Izquierdo.**



### **Cuadro 18.1**

**Análisis:** Se considera la longitud normal del riñón izquierdo de 110 – 120 mm<sup>83, 84</sup>, Idealmente para hacer comparaciones sobre estos parámetros se debe hacer uso de estudios realizados en poblaciones con rasgos culturales y antropométricos iguales o aproximados, dado que en la actualidad no existe un estudio de esa naturaleza en El Salvador, se han tomado dos estudios significativos para hacer la mencionada comparación, de los cuales se derivan parámetros considerados como normales, para el caso de la longitud renal izquierda se considera normal de 110 a 120 mm<sup>83, 84</sup> encontrando lo siguiente: un 5% de los estudiados tienen longitud renal menor de 90 mm, un 67% tiene longitud renal de entre 90 - 110 mm, y un 28% longitud renal de entre 111 - 120 mm.

**Interpretación:** la mayor parte de los estudiados con imagen tiene longitud renal izquierda de entre 90 – 110 mm, en un 67%, seguido de un 28% con longitud renal derecha de entre 111 – 120 mm, y un 5% con longitud renal derecha menor de 90 mm.

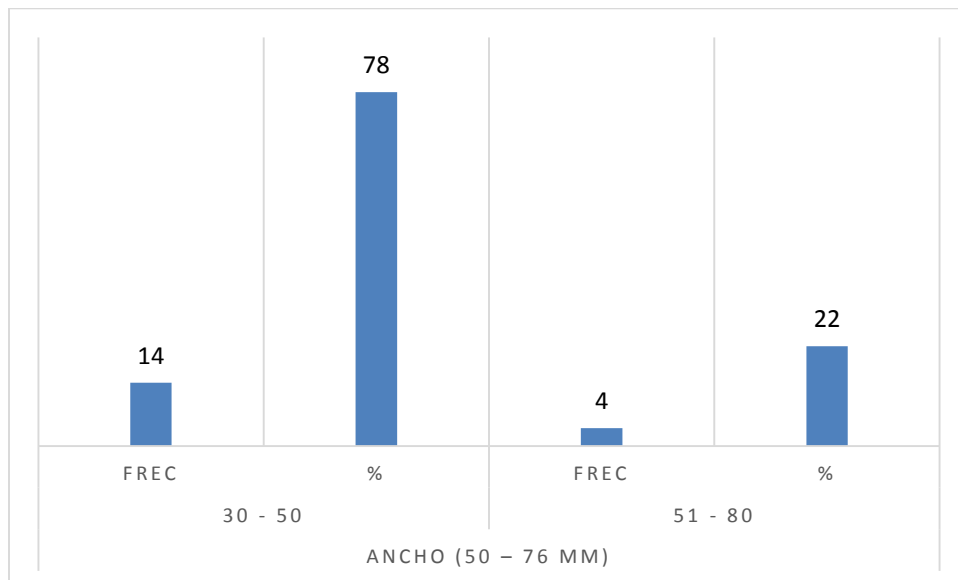
Todos los datos están ilustrados en el gráfico 18.1



**Cuadro 18.2 Ancho Riñon Izquierdo.**

ANCHO (50 – 76 mm)			
30 - 50		51 - 80	
Frec	%	Frec	%
14	78	4	22

**Grafico 18.2 Ancho Riñon Izquierdo.**



## **Cuadro 18.2**

**Análisis:** Tomando como valor normal de 50 - 76 mm<sup>83,84</sup> para el riñón izquierdo se encontraron los siguientes resultados: un 78% tiene anchura renal de entre 30 – 50 mm, y un 22% tiene anchura renal izquierda de entre 51 – 76 mm.

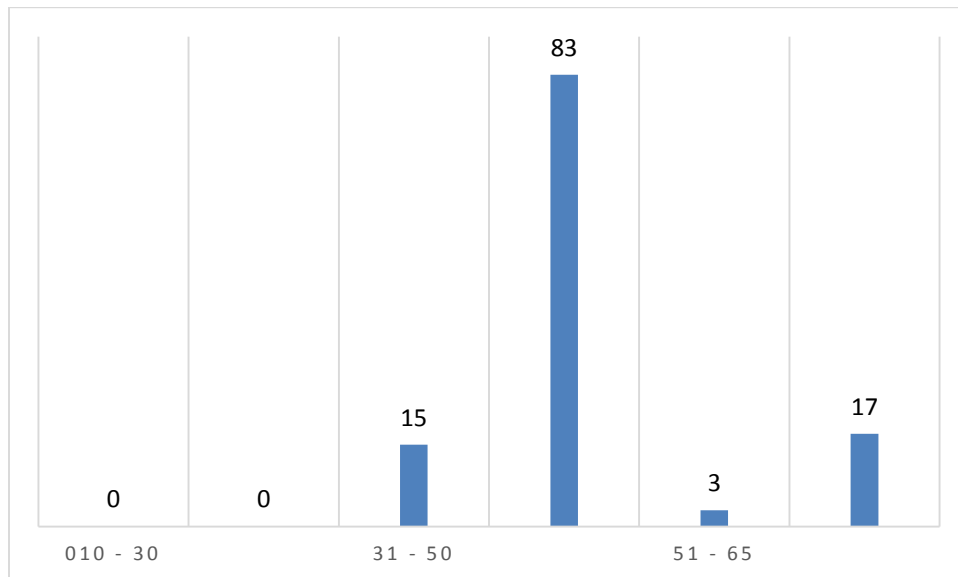
**Interpretación:** un la mayor parte de los estudiados tienen anchura renal de entre 30 – 50 mm, considerado como un rango normal en un 78% de los casos, el restante 22% tiene una anchura de entre 51 - 76 mm lo cual también es considerado un hallazgo normal.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 18.2

**Cuadro 18.3 Espesor Riñon Izquierdo.**

ESPESOR (30 – 50 mm)					
10 -30		31 - 50		51 - 65	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
0	0	15	83	3	17

**Grafico 18.3 Espesor Riñon Izquierdo.**



### **Cuadro 18.3**

**Análisis:** Tomando como valor normal el espesor renal izquierdo con medidas de entre 30 - 35 mm<sup>83,84</sup> se encuentran los siguientes resultados entre los estudiados: un 83% tiene espesor renal entre 31 – 50 mm, un 17% tiene espesor renal de entre 51 – 65mm, y en ningún caso se encontró espesor renal de entre 10 – 30 mm.

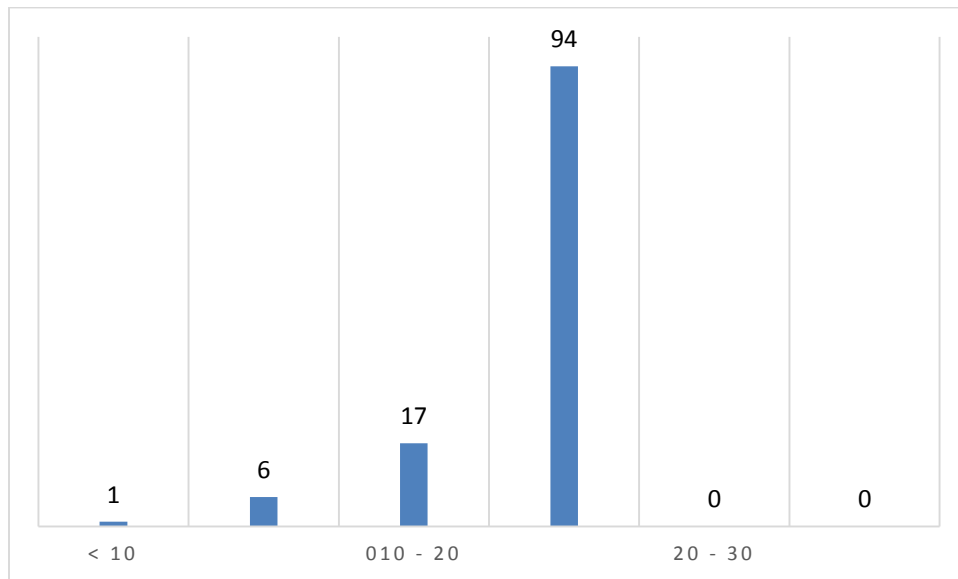
**Interpretación:** un 83% de los estudiados tiene espesor renal izquierdo entre 31 – 50 mm considerado como normal, seguido de un 17% que tiene espesor renal entre 51 – 65 mm, en ningún caso se encontró espesor renal izquierdo de entre 10 - 30 mm, considerado como anormal.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 18.3

**Cuadro 18.4 Parénquima Renal Izquierdo.**

PARENQUIMA (11 – 23 mm)					
< 10		10 - 20		20 - 30	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
1	6	17	94	0	0

**Grafico 18.4 Parénquima Renal Izquierdo.**



#### **Cuadro 18.4**

**Análisis:** Tomando como valor normal la medida del parénquima renal derecho de entre 11 - 23 mm <sup>83, 84</sup> los sujetos estudiados obtuvieron los siguientes resultados: un 6% tiene medidas menores de 10 mm, un 94 % tiene medidas de entre 10 - 20 mm, y ninguno obtuvo medidas de entre 20 – 30 mm.

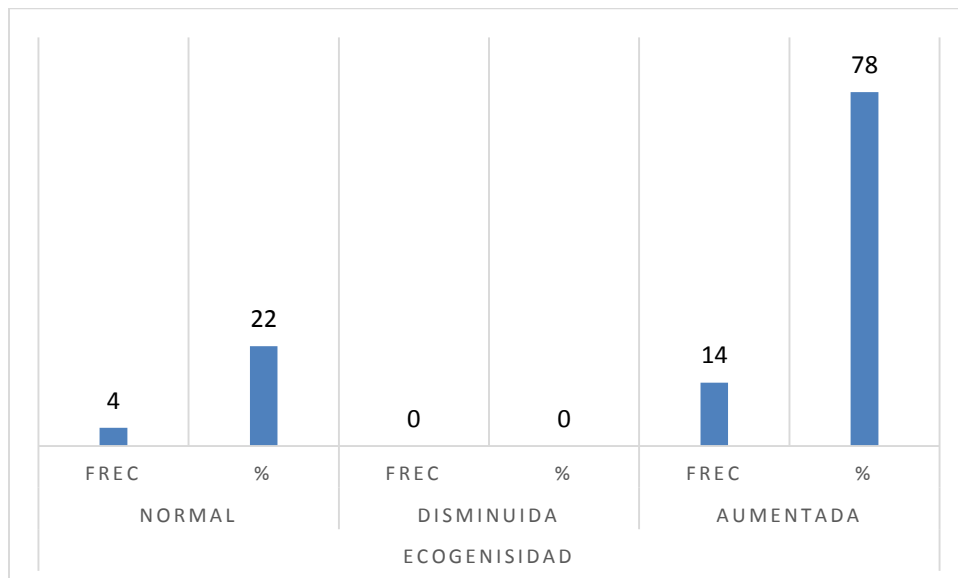
**Interpretación:** un 84 % de los estudiados obtuvieron medidas para su parénquima renal izquierdo de entre 10 – 20 mm consideradas como normales, un 6% tiene medidas de entre 10 – 20 mm, considerado como anómalo.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 18.4

**Cuadro 18.5 Ecogenisidad Riñon Izquierdo.**

ECOGENISIDAD					
Normal		Disminuida		Aumentada	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
4	22	0	0	14	78

**Grafico 18.5 Ecogenisidad Riñon Izquierdo.**



### **Cuadro 18.5**

**Análisis:** La Ecogenisidad encontrada en los participantes para su riñón izquierdo revela los resultados siguientes: un 22% de los pacientes tiene ecogenisidad normal, mientras que un 78% de los casos la ecogenisidad esta aumentada, y en ninguno de los casos la ecogenisidad esta disminuida.

**Interpretación:** en la mayoría de los estudiados su Ecogenisidad para su riñón izquierdo esta aumentada lo que corresponde a un 78% de los casos, mientras que solo un 22% de los casos dicho parámetro se encuentra normal, en ninguno de los casos la ecogenisidad esta disminuida.

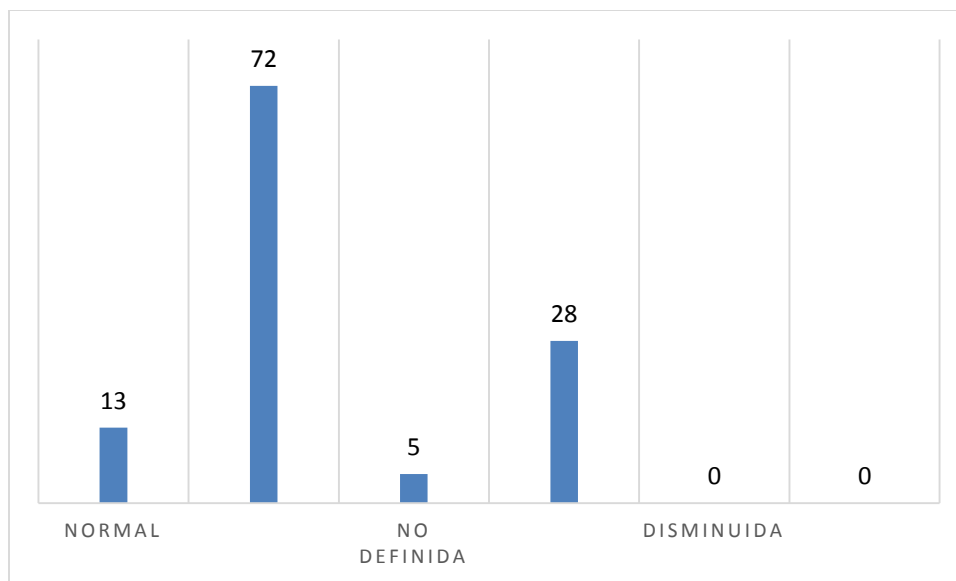
Todos los datos están ilustrados en el grafico 18.5



**Cuadro 18.6 Relación Cortico Medular (RCM). Riñon Izquierdo.**

RELACION CORTICO MEDULAR							
Normal		No definida		Disminuida		Aumentada	
Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%
13	72	5	28	0	0	0	0

**Grafico 18.6 Relación Cortico Medular (RCM). Riñon Izquierdo.**



### **Cuadro 18.6**

**Análisis:** A la hora de medir la relación cortico medular en el riñón izquierdo de los participantes se obtuvieron los siguientes datos: en un 78% de los casos dicha relación estaba normal, pero en un 28% de los casos este parámetro no se podía determinar, en ninguno de los casos se encontró disminuida o aumentada.

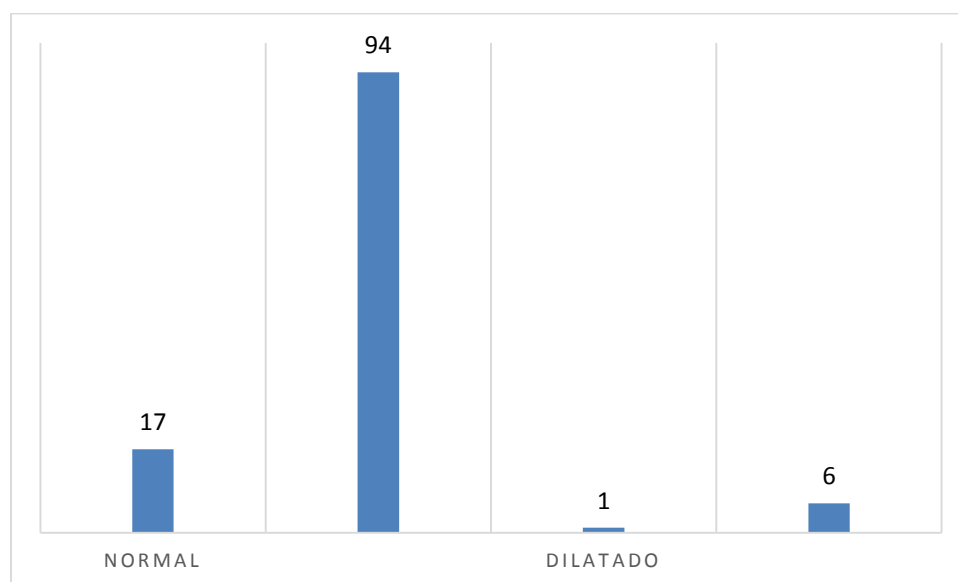
**Interpretación:** en la mayoría de los casos la relación cortico medular estaba conservada o normal, pero en un 28% de los casos no se podía determinar, lo que es considerado como signo de nefropatía temprana, en ninguno de los casos se encontró aumentada o disminuida.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 18.6

**Cuadro 18.7 Sistema Pielocalicial (SPC) Riñon Izquierdo.**

SISTEMA PIELOCALICIAL			
Normal		Dilatado	
Frec	%	Frec	%
17	94	1	6

**Grafico 18.7 Sistema Pielocalicial (SPC) Riñon Izquierdo.**



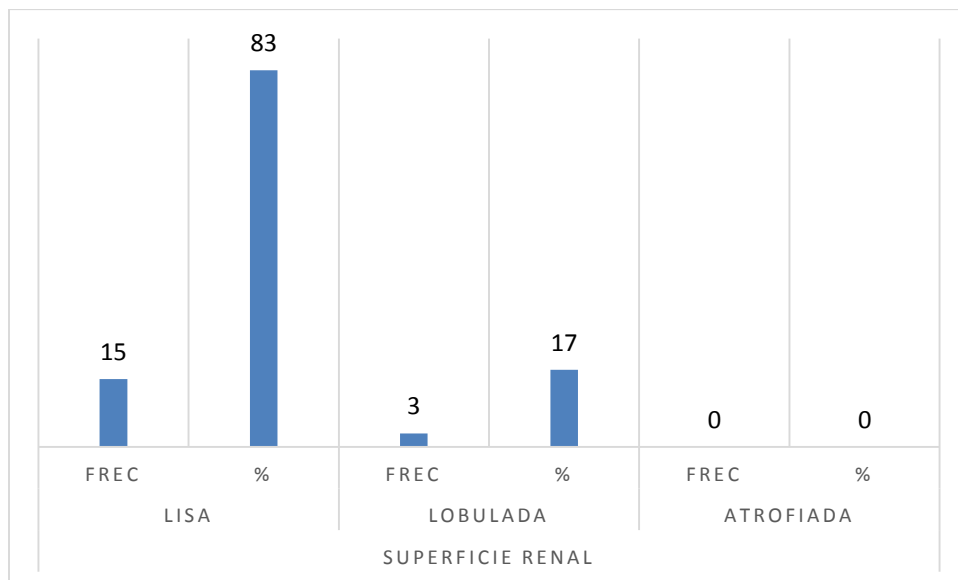
**Cuadro 18.7**

**Análisis e interpretación:** a la hora de evaluar el sistema Pielocalicial del riñón derecho se encuentran los siguientes resultados; en un 94 % de los casos se encontraba normal, y solo en un 6% estaba dilatado lo que corresponde a un hallazgo incidental de nefro litiasis.

**Cuadro 18.8 Superficie Renal. Riñon Izquierdo.**

SUPERFICIE RENAL					
Lisa		Lobulada		Atrofiada	
Frec	%	Frec	%	Frec	%
15	83	3	17	0	0

**Gráfico 18.8 Superficie Renal. Riñon Izquierdo.**



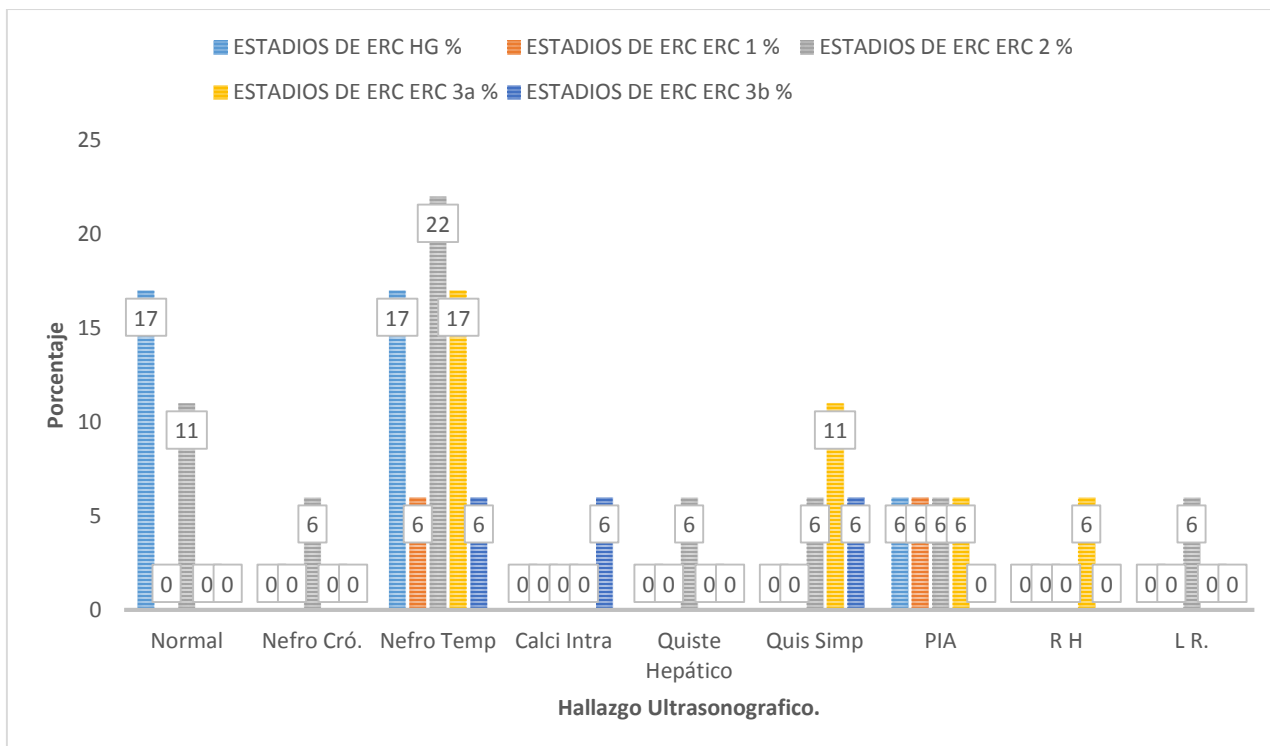
**Cuadro 18.7**

**Análisis e interpretación:** Al evaluar la superficie renal izquierda de los participantes se encontró lo siguiente: en un 83% de los casos esta se encontraba lisa, lo cual es un hallazgo normal, mientras que en un 17% se encontraba lobulada, lo que a su vez es un signo ultrasonográfico de nefropatía, en ninguno de los casos se encontraba atrofiada.

**Cuadro 19. Hallazgos de Ultrasonografía Renal.**

HALLAZGOS POR USG.	ESTADIOS DE ERC										TOTAL. %
	H G		ERC 1		ERC 2		ERC 3 a		ERC 3 b		
	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	Frec	%	
Normal	3	17	0	0	2	11	0	0	0	0	28
Nefropatía Crónica.	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	6
Nefropatía Temprana	3	17	1	6	4	22	3	17	1	6	67
Calcificación Intraparenquimatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	6
Quiste Hepático	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	6
Quiste Simple	0	0	0	0	1	6	2	11	1	6	23
Proceso inflamatorio agudo	1	6	1	6	1	6	1	6	0	0	18
Riñón en herradura.	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	6
Litiasis Renal.	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	6

**Grafico 19. Hallazgos de Ultrasonografía Renal.**



## **Cuadro 19.**

**Análisis:** En total se practicó estudio de ultrasonografía renal a 18 pacientes de los cuales se sabía con anterioridad que 6 de ellos (33%), son catalogados como hiperfiltradores, y 12 de ellos fueron catalogados como ERC en diferentes estadios del 1 al 3 b (67%), todos ellos catalogados así de acuerdo al filtrado glomerular obtenido en el momento de su tamizaje inicial. Encontrándose los siguientes resultados: un 17% de ellos tienen estudio de imagen normal y fueron catalogados como hiperfiltradores, un 11% tiene estudio de imagen normal y fueron catalogados como ERC estadio 2, resultando un total de 28% de estudios catalogados como normales. Por otra parte un 6% presenta signos de nefropatía crónica y es catalogado como ERC estadio 2 previamente, también un 17% presenta signos Ultrasonograficos de nefropatía temprana y fueron catalogados como hiperfiltradores, mientras que un 6% tiene signos Ultrasonograficos de nefropatía temprana y es catalogado como ERC estadio1, un 22% presenta signos Ultrasonograficos de nefropatía temprana y es catalogado previamente como ERC estadio 2, un 17% tiene signos Ultrasonograficos de nefropatía temprana y es catalogado previamente como ERC estadio 3 a, y un 6% previamente catalogado como ERC estadio 3b tiene signos Ultrasonograficos de nefropatía temprana. Como hallazgos incidentales se encontró lo siguiente: 6% con calcificaciones Intraparenquimatosas y el paciente es catalogado previamente como ERC estadio 3b, un 6% presenta quiste hepático y es catalogado previamente como ERC estadio 2, un 23% de ellos presentan quistes renales simples y son catalogados previamente con algún grado de nefropatía, un 18% de ellos tienen signos Ultrasonograficos de proceso inflamatorio agudo, y previamente son catalogados como sospechosos de nefropatía, un 6% presenta riñón en

herradura y previamente es catalogado como ERC estadio 3b, y un hallazgo de incidental de hidronefrosis moderada por nefro litiasis, y el paciente es catalogado como ERC estadio 2.

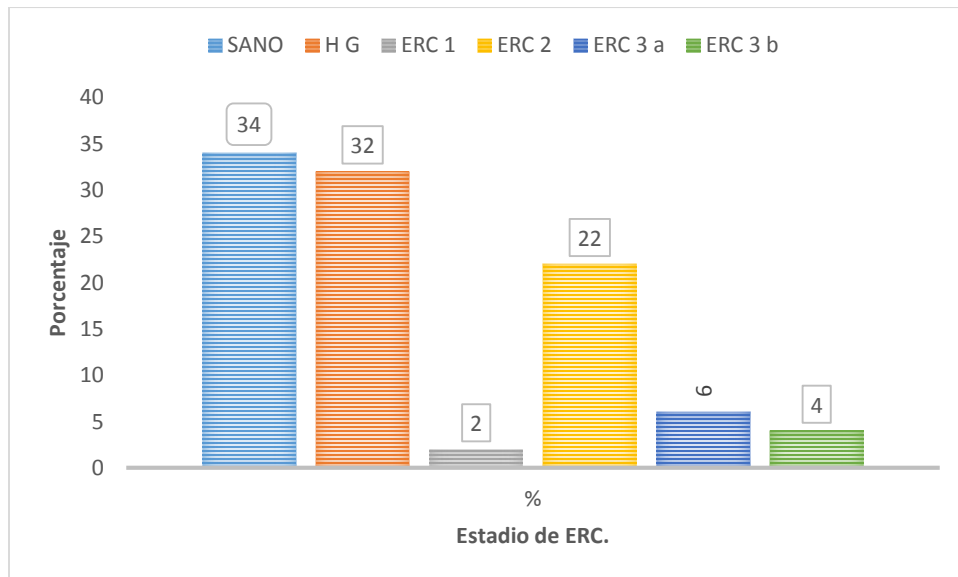
**Interpretación:** Se puede afirmar que un 73% de los pacientes a quienes se les practica ultrasonografía renal presentan signos Ultrasonograficos de nefropatía crónica y nefropatía temprana, lo que al comparar con la proporción de pacientes de quienes previamente se sabía por su tasa de filtrado glomerular al momento del primer tamizaje eran catalogados en algún estadio de ERC hablamos de un 34 % de la muestra general, se puede apreciar la aproximación a la hipótesis de investigación y a la vez confirmación por estudio de imagen, también hay un 17% de pacientes catalogados como hiperfiltradores que tienen signos Ultrasonograficos de nefropatía temprana en quienes idealmente se deberá dar seguimiento para vigilar la evolución de cada caso.

Todos los datos están ilustrados en el grafico 19.

**Cuadro 20. Consolidado General.**

PARTICIPANTES EN ESTUDIO.		
DIAGNOSTICO FINAL	Frec	%
SANO	17	34
H G	16	32
ERC 1	1	2
ERC 2	11	22
ERC 3 a	3	6
ERC 3 b	2	4
TOTAL.	50	100

**Grafico 20. Consolidado General.**





## **Cuadro 20.**

Se realizó la presente investigación en 50 individuos que cumplieron con los criterios de inclusión a la misma y estuvieron de acuerdo a participar, ellos de un universo planteado de 250 personas, al final de la investigación se sabe que un 34% de ellos al momento se encuentran sanos desde el punto de vista renal, también se encuentran un 34% de individuos con algún grado de nefropatía clasificados según su filtrado glomerular en alguno de los estadios del 1 al 3 b de la ERC, del mismo modo se encuentran un 32% de individuos catalogados como hiperfiltradores según su filtrado glomerular, los cuales según la literatura actual, en algunos casos se considera una etapa previa al comienzo de la enfermedad renal crónica. De ellos por la misma naturaleza trasversal del presente estudio no es posible dar seguimiento a sus casos, no siendo pudiendo al momento excluir en ellos de forma definitiva la presencia de algún grado de nefropatía.

Aplicando la formula estadística para calcular la incidencia:

$$IA_{(at)} = \frac{N^{\circ} \text{ eventos nuevos}}{N^{\circ} \text{ individuos suceptibles al comienzo}}$$

Concluimos que la incidencia acumulada del presente estudio es de 17%, en otras palabras por cada 100 trabajadores 17 se encontraran en algún estadio de enfermedad crónica obteniendo una tasa de incidencia de 0.068 individuos-mes.

## 5.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 5.2.1 Hipótesis de trabajo general

En este caso se realiza la prueba de hipótesis mediante proporciones con aproximación a la distribución normal, dado que la existencia de nefropatía crónica se midió frecuentemente. Además el tamaño de muestra  $n$  es mayor que 30, en este caso  $n = 50$  que fueron los casos encuestados y a los que se les realizó examen de laboratorio, y el valor  $np = 50(0.34) = 17$  y que  $npq = 50(0.34)(1-0.34) = 11.2$  que es mayor a 5. A pesar de que el muestreo no es aleatorio se realiza la prueba de hipótesis a una confianza del 95%, la cual su resultado es principalmente válido en la misma población bajo condiciones similares (es decir, no se puede generalizar a otras poblaciones).

Para ello, se realizan los siguientes pasos:

#### Paso 1. ESTABLECIMIENTO DE HIPÓTESIS.

Según el enunciado de las hipótesis su planteamiento queda así (donde  $P$  es la frecuencia o proporción de trabajadores de las minas de San Sebastián que se diagnosticaron con algún daño renal: 14/50):

$$H_i: P > 8\%.$$

$$H_o: P \leq 8\%.$$

## Paso 2. NIVEL DE CONFIANZA.

Para la prueba el nivel de confianza que se utilizó es del 95% lo cual genera un valor estándar (crítico) o de decisión de 1.65 dado que hipótesis de trabajo es unilateral derecha. Este valor es encontrado en la tabla de distribución normal, este es llamado valor Z de tabla,  $Z_t$  (ANEXO 11).

## Paso 3. CALCULO DEL VALOR DE Z.

Para calcular el valor de Z ( $Z_c$ ) se hace el uso de la siguiente ecuación:

$$Z_c = \frac{\hat{p}-P}{\sigma_{\hat{p}}} \text{ Donde } \sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

Con  $P = 8\% = 0.08$  y  $n = 50$ ,

$$\text{entonces } \sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{0.08(1-0.08)}{50}} = \sqrt{0.0015} = 0.038$$

$$\text{Por lo que, } Z_c = \frac{\hat{p}-P}{\sigma_{\hat{p}}} = \frac{\frac{17}{50}-0.08}{0.038} = \frac{0.34-0.08}{0.038} = \frac{0.26}{0.038} = 6.84 . \text{ Así: } Z_c = 6.84$$

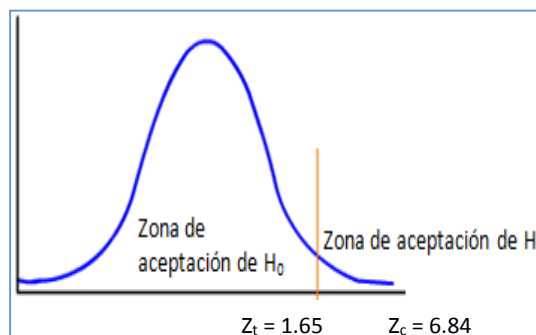
## Paso 4. REGLAS DE DECISIÓN.

Si  $Z_c$  es mayor que  $Z_t$ , entonces se acepta  $H_1$

Si  $Z_c$  es menor que  $Z_t$ , entonces se acepta  $H_0$

## Paso 5. DECISIÓN ESTADÍSTICA.

Dado que el valor  $Z$  calculado con los datos muestrales es de 6.84 el cual es mayor al valor  $Z$  de tabla que es 1.65, entonces se acepta la hipótesis de trabajo, la cual dice de la siguiente manera:  $H_1$ . La nefropatía crónica es una



enfermedad de una incidencia real mayor al 8 por ciento en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión.

Conclusión general de la prueba de hipótesis:

A partir de la información obtenida y organizada tanto en la parte de procesamiento descriptivo como de la prueba de hipótesis sobre la existencia de nefropatía crónica en los trabajadores mineros de la comunidad de San Sebastián, podemos decir que el porcentaje real de ellos(as) es mayor al 8%. Por lo que es importante tener las mayores precauciones y atención necesaria para estas personas, de tal forma que a partir de su estado de salud no se vaya a desencadenar consecuencias graves.

### **5.3 Discusión.**

En El Salvador se ha observado un repunte de casos nuevos de enfermedad de enfermedad renal crónica, desde los años de 1990, y para los años de 2009 y 2011 la insuficiencia renal se constituyó como la primera causa de muerte hospitalaria en adultos masculinos y la quinta en adultos femeninos<sup>57</sup> según los comenta C. Orantes y R. Herrera<sup>60</sup> en una de las más recientes y únicas publicaciones nacionales sobre el tema a la fecha, no obstante este fenómeno epidemiológico aún no termina de estimular la acuciosidad de los investigadores, y generar estudios que busquen caracterizar y documentar esta patología en nuestra población, con características étnicas, sociales, culturales, antropométricas y en algunos casos hasta clínicas propias.

El investigar la incidencia de la nefropatía crónica en la población minera artesanal que reside en el Cantón San Sebastián, del municipio de Santa Rosa de Lima del departamento de La Unión, lleva un doble factor de riesgo implícito para esta patología, el primero de ellos es la práctica minera en sí misma, ya que la técnica utilizada por los pobladores para separar el oro de la roca involucra en más del 80% de los casos en usos del mercurio, y a la hora de hacerlo en también más del 80% de los casos sin protección, lo que supone una manipulación directa de este metal pesado, ampliamente estudiado, conocido por generar múltiples patologías entre ellas la patología renal. Así mismo el solo hecho de residir en la zona en estudio, es un factor de riesgo para desarrollar nefropatía, ya que según Argueta N y Avelar A coordinadores de la investigación sobre suelo y agua llevada a cabo por el ministerio de medio ambiente en 2012<sup>62</sup> se reporta la presencia de cianuro, hierro, aluminio y cadmio, todos ellos con gran potencial para general nefropatía en cualquiera que entre en contacto con ellos.

Aun a nivel internacional es escasa la literatura que describa puntualmente la nefropatía en poblaciones mineras, por ellos hacemos la comparación en publicaciones hechas por C. Orantes, R. Herrera y colaboradores<sup>60,61,62</sup> sobre la nefropatía crónica en las comunidades agrícolas de El Salvador, y la nefropatía crónica de causas no tradicionales, encontrando una proporción de casos de nefropatía de 32.6% para la ERC estadio 2, 23.9% para la ERC estadio 3 a, y 43.5% para la 3b en una población estudiada de cerca de 5000 personas en diferentes puntos del país con características agrícolas, asociando esta patología al uso de nefrotóxicos y no tanto a factores tradicionales conocidos como la diabetes, la hipertensión y la dislipidemia, de hecho los casos encontrados de esta patología son del 4.3% para la diabetes, y 16.9% para la hipertensión arterial.

La presente investigación es realizada con 50 pacientes, de edades de entre los 18 y los 85 años, femeninos y masculinos, con más de cinco años de dedicarse al trabajo minero y residir en la zona en estudio, y no padecer o desconocer el padecimiento de diabetes mellitus, encontrando un 34% de pacientes catalogados como sanos por no demostrarse al momento del tamizaje algún grado o sospecha de nefropatía, un 34% de pacientes catalogados como hiperfiltradores, y que según la literatura actual se considera un preámbulo para la nefropatía, o un factor de progresión de la misma, de hecho un 17% de ellos tiene cambios ultrasonográficos de nefropatía temprana, además se encontró un 34% de pacientes con algún estadiaje de ERC del 1 al 3b, desglosado de la siguiente manera: un 6% para ERC estadio 1, un 65% para ERC estadio 2, un 18% para ERC estadio 3 a, y un 12% para ERC estadio 3b.

Así mismo los datos de prevalencia e incidencia aportados para 2012 por SE-COMISCA<sup>57</sup> de una revisión hecha de archivos del MINSAL se reporta una incidencia cercana al 8% y una prevalencia acumulada del 10%, al final de la investigación se corrobora que la incidencia reportada del presente estudio es del 8.87% aproximadamente. Seguramente, los factores genéticos y socioculturales de nuestra población intervengan directamente en el apareamiento de la nefropatía crónica, lo que abre las puertas a futuras investigaciones.

**CAPITULO VI  
CONCLUSIONES  
Y RECOMENDACIONES.**



## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones.**

Llegando al final del presente estudio, el grupo investigador concluye en lo siguiente:

- La incidencia encontrada de nefropatía crónica en los participantes es del 17% aproximadamente, la cual supera la incidencia nacional que es de aproximadamente del 8%.
- En total se estudiaron 50 personas de las cuales 47 son hombres y 3 son mujeres, 34% fueron catalogados como sanos, 32% Hiperfiltradores, y 34% con algún estadio para Enfermedad Renal Crónica desde estadio 1 al 3b, de ellos, 6% son ERC estadio 1, 64% ERC estadio 2, 18% ERC estadio 3 a, y 12 % ERC estadio 3b.
- Las técnicas para la extracción artesanal del oro por los participantes de la investigación están definidas en tres procesos que son: la extracción de la broza, moler la broza y quemar la broza, según lo observado en los resultados hay una distribución uniforme de incidencia de enfermedad renal crónica con respecto a la participación en los procesos planteados, los estadios más avanzados encontrados se observan en el grupo que muele y quema la broza.
- Aplicando formulas estadísticas estandarizadas se demuestra que no existe una relación proporcional con los años dedicados a la minería y el apareamiento de la

nefropatía crónica, lo cual contradice a lo plasmado a la literatura actual, quizá porque en ella se involucren factores como la genética, socio culturales, económicos entre otros.

- Aplicando tres fórmulas diseñadas para calcular el filtrado glomerular se realiza dicha medición, encontrando que la formula Modification of Diet in Renal Disease detecta la mayor parte casos de nefropatía crónica, sin embargo la fórmula de Cockcroft-Gault detecta los casos estadios más avanzados de nefropatía crónica. La combinación de estas fórmulas se hizo con el fin mejorar la sensibilidad en la detección de casos.

## 6.2 Recomendaciones.

En base a las conclusiones anteriores el grupo investigador hace las siguientes recomendaciones:

- **A los Profesionales de la medicina:** instruir a sus pacientes en cada contacto sobre los factores de riesgo, hábitos, conductas, y agravantes que puedan favorecer el apareamiento o la progresión de la enfermedad renal crónica, dicho de forma simplificada, practicar la educación en salud.
- **Al Ministerio de Salud Pública (MINSAL);** investigar más a profundidad el fenómeno de la nefropatía crónica con el fin de detectar los casos tempranamente, disminuir los factores de riesgo, y evitar la progresión de la nefropatía crónica, que es donde se observa la mayor tasa de mortalidad, incapacidad para el paciente. Esto lo afirmamos ya que se obtuvo una incidencia del 8% la cual se equipara a la incidencia nacional.
- Fortalecer con recurso humano (médicos generales, médicos internistas y especialistas en nefrología, nutricionistas, psicólogos y trabajadores sociales), además de equipo e infra estructura los lugares que se muestran vulnerables y a la vez favorables para el apareamiento de la enfermedad renal crónica, para que como equipos multidisciplinarios brinden atención integral a estos pacientes.
- Realizar pruebas de mercurio en sangre en estos pacientes para descartar o confirmar el papel calve que juega este químico en el génesis de la nefropatía crónica ya que es un elemento fundamental en la técnica utilizada por los pobladores para extraer el oro de manera artesanal.

- Debido a la relativa frecuencia con que los reportes de ultrasonografía renal reportan el hallazgo incidental de quistes renales simples se recomiendan realizar investigaciones para determinar la relación entre este hallazgo y el desarrollo de la enfermedad renal crónica.
- **A la Universidad de El Salvador;** estimular y apoyar a los estudiantes a hacer investigación en aquellas patologías que más afectan a la población y de las cuales existen muy pocos datos como es el caso de la presente patología, todo ello con el fin de contribuir a enriquecer los conocimientos como estudiantes de las ciencias de la salud y a mejorar la salud de las personas como médicos.

## Referencias Bibliográficas.

1. Friedel Hütz A, Müller M, Täubert A, En la búsqueda del oro limpio: Minería artesanal del oro en el Perú y el RD del Congo. Bonn International Center Conversion. Septiembre 2012. Alemania. P 01-084.
2. Huidobro P, Veiga M, Uso del mercurio en la minería del oro artesanal y en pequeña escala. Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). 2008. P01-020.
3. Leon Perez D, Peñuela Mesa G. Transcendence of methylmercury in the environment, in food and human health. Producción + Limpia - Julio - Diciembre de 2011. Vol.6, No.2 - 108•116.
4. Gallardo E. Lenta recuperación en los precios del oro. El Economista (Revista de internet), Septiembre 3 de 2014. Consultado: Abril 5 de 2015, disponible en: <http://eleconomista.com.mx/mercados-estadisticas/2014/09/03/lenta-recuperacion-precios-oro>
5. “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA MINERÍA DEL ORO EN COLOMBIA MERCURIO, CIANURO Y OTRAS SUSTANCIAS” Ministerio de minas y energía: Republica de Colombia. ISBN 978-958-981-38-7-4.
6. Álvarez R. y Pantoja T. F. (2001). “Technologies to Decrease the Pollution by Mercury in Small Gold Mining in Latinoamerica”. Proceedings of “6 th Congress Mercury of Global Polution”. Minamata, Japan.

7. Mark J, Hagelstein K, Mudder T. El Manejo del Cianuro en la Extracción de Oro. Consejo internacional de Metales y Medio Ambiente (ICME). Canadá, Abril 2001. ISBN 1-895720-35-4.
8. Augusto V. Ramírez. Toxicidad del cianuro. Investigación bibliográfica de sus efectos en animales y en el hombre. An Fac med. 2010;71(1):54-61
9. Eppers O. Buenas Prácticas de Gestión Ambiental para Plantas Hidrometalúrgicas de la pequeña minería y minería artesanal que utilizan Cianuro. Agencia de Cooperación Alemana. Perú.2014.
10. D'ITRI FM. Mercury contamination-what we have learned since Minamata. 3. En: Environmental Monitoring and Assessment. 1991. Vol. 19, No. 1. p. 165-82.
11. COMMUNITIES COTE. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT. Community Strategy Concerning Mercury. [En línea]. 2005 [Citado el 21 de octubre de 2011]. Url disponible en: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005\\_0020en01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005_0020en01.pdf).
12. Evaluación Mundial Sobre el Mercurio. Informe anual del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ginebra, Suiza. Junio 2005.
13. Rice, D. C, Schoeny, R, Mahaffei K. Methods and Rationale for Derivation of a Reference Dose for Methylmercury by the U.S. EPA. En: Risk Analysis. 2003. Vol. 23, No. 1. p. 107-115.
14. Lenaer J, Mason R. Methylmercury accumulation and fluxes across the intestine of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. En: Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology. 2002. Vol. 132, No. 2. p. 247-259.

15. Dutzack W, Ballatori, N. Transport of the glutathione-methylmercury complex 37. across liver canalicular membranes on reduced glutathione carriers. En: Journal of Biological Chemistry .April 1994. Vol. 269, No. 13. p. 9746-9751.
16. Dutzack W, Ballatori N. Biliary-hepatic recycling of a xenobiotic: gallbladder absorption of methyl mercury. En: American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology. June 1991. Vol. 260, No. 6, G873-G880.
17. Owland R et al. The effect of various dietary fibres on tissue concentration and chemical form of mercury after methylmercury exposure in mice. En: Archives of Toxicology. 1986. Vol. 59, No. 2. p. 94-98.
18. Barregard L, Horvat M. No Indication of in Vivo Methylation of Inorganic Mercury in Chloralkali Workers. En: Environmental Research. 1994. Vol. 67, No. 2. p. 160-167.
19. Olivero Verbel J, Johnson Restrepo B. “El lado gris de la minería del oro: la contaminación por mercurio en la zona Norte de Colombia”. Universidad de Cartagena. Colombia 2002.
20. Robert Moran, Revisión Técnica del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto minero El Dorado, 29 páginas.
21. Equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, La contaminación institucional de la minería, Diario Co Latino, edición del 5 de marzo de 2008.
22. Rafael Menjívar Larín, Acumulación Originaria y Desarrollo del Capitalismo en El Salvador, 133 páginas.
23. Fuentes Monroy L. “Tóxicos en Siete Ríos de San Miguel y Morazán”.La Prensa Gráfica, El Salvador. edición del 10 de febrero de 2008.

24. Equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, Minería metálica: una amenaza nacional, Diario Co Latino, edición del 17 de enero de 2008.
25. Dina Larios, Los peligros de la minería metálica para El Salvador, ponencia presentada en el foro: “Costos y beneficios de la industria minera”, organizado por la Asamblea Legislativa, el 13 de diciembre de 2008.
26. Robert Moran, Revisión Técnica del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto minero El Dorado, 29 páginas.
27. Por qué la minería de oro y plata no puede ser verde, equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, Diario Co Latino, edición del 14 de mayo de 2008.
28. Equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, Minería metálica: el genocidio del futuro, Diario Co Latino, edición del 30 de enero de 2008.
29. Flaviano Bianchini, Contaminación del agua en el área de explotación minera del proyecto San Martín, en Valle de Siria y sus repercusiones sobre la salud humana. 10 páginas.
30. Equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, Minería metálica: incompatible con el desarrollo nacional, Diario Co Latino, edición del 23 de enero de 2008.
31. La minería acabaría con la producción alimentaria, Revista La Macana de Sensuntepeque, edición mes de mayo de 2008.
32. Impactos en la Producción Agropecuaria de las Zonas de Exploración Minera, en el Marco de la Crisis Alimentaria, Centro de Investigación sobre Inversión y Comercio (CEICOM).



33. Lo único verde de la minería son los dólares, Diario Co Latino, edición del 24 de mayo de 2008.
34. Explotación minera: la gestación de una nueva confrontación social, equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, Diario Co Latino, edición del 18 de junio de 2008.
35. El espeluznante proyecto de ley de Pacific Rim, equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, Diario Co Latino, edición del 27 de febrero de 2008.
36. La metamorfosis de la derecha parlamentaria, Equipo de comunicaciones de la Mesa Nacional frente a la Minería, Diario Co Latino, edición del 6 de febrero de 2008.
37. Lo verde de la minería de Pacific Rim seduce a los diputados de ARENA, PCN y PDC, revista La Macana de Sensuntepeque, edición de marzo de 2008.
38. Arbaiza G. Mineras a por su tajada, sin responder por los daños. Diario digital Contra Punto. El Salvador, publicación del 12 Abril 2013, consultado el 5 de abril de 2015. Disponible en: <http://www.contrapunto.com.sv/ambiente/mineras-a-por-su-tajada-sin-responder-por-los-danos>
39. Ramirez V. Intoxicación ocupacional por mercurio. An. Fac. med. [online]. 2008, vol.69, n.1 [citado 2015-04-05], pp. 46-51. Disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-55832008000100010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000100010&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1025-5583
40. Casarett R, Douglas T. Toxicology. The Basic Science of Poison. 6th Edition. Barcelona: Editorial Mc Millán; 2001.

41. Friberg L, Nordberg GF, Vouk VB, eds. Handbook of toxicology of metals. Amsterdam: Elsevier; 1979.
42. Friberg LM, Piscator GF, Kjellstrom T. Cadmium in the Environment. 2nd Ed. Cleveland: CRC Press; 1974.
43. Chaparro E. La llamada pequeña minería: Un renovado enfoque empresarial, División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: CEPAL; 2001.
44. Zenz C, ed. Occupational medicine: principles and practical applications. 2nd Ed. Chicago: Mosby; 1988.
45. Parmeggiani L, ed. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. 3th Ed. Geneva: International Labor Office; 1989.
46. WHO. El Mercurio en el Sector de la Salud. Ginebra: OMS Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente Agua, Saneamiento y Salud; 2004.
47. La Dou J. Medicina Laboral y Ambiental. 2ª Ed. México, DF: Manual Moderno; 1999.
48. Carroll L. Alicia en el país de las maravillas. Traductor Armiño M. Madrid: Ed Edad; 2002. p. 191.
49. Levy B S, Wegman D H, eds. Occupational Health. Boston: Little, Brown and Co.; 1988.
50. Eto K, Takizawa Y, Akagi H, Haraguchi K, Asano S, Takahata N, Tokunaga H, Differential diagnosis between organic and inorganic mercury poisoning in human cases the pathologic point of view. Toxicol Pathol. 1999; 27(6):664-71.
51. Ministerio de Energía y Minas del Perú. DS-046- 2001-EM. Lima: El Ministerio; 2001.

52. ACGIH, TLVs. BEIs. Threshold limits values for chemical substances and physical agents. Biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH; 2007.
53. Protrowski GK, Trojanowska D, Mogilnicka EM. Excretion kinetics and variability of urinary mercury in works exposed to mercury vapour. *Int Arch Occ Environ Health*. 1975; 35:245.
54. Lovejoy HB, Bell ZB Jr. Mercury exposure evolution and their correlation with urine mercury excretions. *J Occup Med*. 1973; 15:964.
55. Soriano Cabrera S. Definición y clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica. Prevalencia. Claves para el diagnóstico precoz. Factores de riesgo de enfermedad renal crónica. *Nefrología* 2004; 24.
56. Ceballos M, López-Revuelta K, Saracho R, García López F, Castro P, Gutiérrez JA, et al. Informe de diálisis y trasplante correspondiente al año 2002 de la Sociedad Española de Nefrología y Registros Autonómicos. *Nefrología* 2005; 25.
57. Enfermedad Renal Crónica. Boletín, Sala Regional de Situación en Salud. Comisión técnica de vigilancia en salud y sistemas de información de Centro América y Republica Dominicana. SECOMISCA. Ministerio de Salud. El Salvador. Febrero 2012.
58. Rodrigo Calabia E. Medida de la función renal. Evaluación del cociente microalbuminuria/creatinina. Valor de la tira reactiva y del examen del sedimento urinario. Indicaciones para solicitar ecografía renal. *Nefrología* 2004; 24.
59. Ortuño Minete J. Insuficiencia renal crónica. *Medicine* 2003; 8 (110): 5888-997.

60. Raúl Herrera, Carlos M. Orantes. Características clínicas de la enfermedad renal crónica de causas no tradicionales en las comunidades agrícolas salvadoreñas. MEDICC Review, traducción del No 2, Vol 16, abril 2014
61. Carlos M. Orantes, Raúl Herrera, Miguel Almaguer. Enfermedad Renal Crónica y Factores de Riesgo Asociados en el Bajo Lempa, El Salvador. Estudio Nefrolempa, 2009. MEDICC Review, October 2011, Vol 13, No 4.
62. Hernández Rauda J R, López Rosales C E, Ávila J E. PREVALENCIA, FACTORES Y AGENTES DE RIESGO DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN CUATRO LOCALIDADES DE EL SALVADOR. Dirección de investigación y proyección social. Universidad Doctor Andrés Bello. El Salvador. 2010. ISBN 978-99923-942-0-5.
63. Argueta N A, Avelar R E. “DETERMINACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN AGUA Y SUELO, EN AREAS EXPUESTAS A DESECHOS DE MINERÍA METÁLICA EN EL NORORIENTE DE EL SALVADOR”. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). El Salvador 2012.
64. Levey AS, Coresh J. Chronic kidney disease. Lancet 2012; 379(9811):165-180.
65. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. Kidney Int (Suppl) 2013; 3(1):1-308.
66. Ministry of Public Health and Social Assistance of El Salvador. Informe de Labores 2012-2013 [Internet]. San Salvador: Ministry of Public Health and Social Assistance of El Salvador; 2013. p. 212. Disponible en: <http://www.salud.gob.sv/servicios/descargas/documentos/funcstartdown/746/>

67. Pan American Health Organization. Chronic Kidney Disease in Agricultural Communities in Central America. Washington, DC: Pan American Health Organization; 2013. p. 20.
68. Trabanino R, Aguilar R. Nefropatía terminal en pacientes de un hospital de referencia en El Salvador. Rev Panam Salud Pública [Internet]. 2002 [cited 2013 Sep 3]; 12(3):202–6. Disponible en: <http://www.scielo.org/pdf/rpsp/v12n3/12875.pdf>
69. García R, Domínguez J, Jansà JM, Oliver A. [Proteinuria and chronic renal failure in the coast of El Salvador: detection with low cost methods and associated factors]. Nefrología [Internet]. 2005 Jan [cited 2013 Aug 29]; 25(1):31–8. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/revistas/P1-E239/P1-E239-S132-A3144.pdf>. Spanish, English.
70. Pons R, Torregrosa E, Hernandez-Jaras J et al. [Estimation of the cost in the pharmacologic treatment of chronic renal failure]. Nefrología 2006; 26(3):358-364.
- 6Alcazar R, Egocheaga MI, Orte L et al. [SEN-SEMFYC consensus document on chronic kidney disease]. Nefrología 2008; 28(3):273-282.
71. Crowe E, Halpin D, Stevens P. Early identification and management of chronic kidney disease: summary of NICE guidance. BMJ2008; 337:a1530. Brosius FC, III, Ostentor TH, Kelepouris E et al. Detection of chronic kidney disease in patients with or at increased risk of cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association Kidney And Cardiovascular Disease Council; the Councils on High Blood Pressure Research, Cardiovascular Disease in the Young, and Epidemiology and Prevention; and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group: developed in collaboration with the National Kidney Foundation. Circulation 2006; 114(10):1083-1087.

72. K/DOQI Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39(2 Suppl (1)):S1-266.
73. Stevens LA, Coresh J, Greene T, Levey AS. Assessing kidney function--measured and estimated glomerular filtration rate. *N Engl J Med* 2006; 354(23):2473-2483.
74. Levey AS, Andreoli SP, DuBose T, Provenzano R, Collins AJ. CKD: common, harmful, and treatable—World Kidney Day 2007. *Am J Kidney Dis*. 2007; 49:1759.
75. Andrew S. Levey, MD; Lesley A. Stevens, MD, MS; Christopher H. Schmid, PhD; Yaping (Lucy) Zhang, MS; Alejandro F. Castro III, MPH; Harold I. Feldman, MD, MSCE; John W. Kusek, PhD; Paul Eggers, PhD; Frederick Van Lente, PhD; Tom Greene, PhD; and Josef Coresh, MD, PhD, MHS, for the CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration). A New Equation to Estimate Glomerular Filtration Rate. *Ann Intern Med*. 2009; 150:604-612.
76. Delanaye P, Cavalier E, Mariat C, Maillard N, Krzesinski JM. MDRD or CKD-EPI study equations for estimating prevalence of stage 3 CKD in epidemiological studies: which difference? Is this difference relevant? *BMC Nephrol*. 2010 Jun 1; 11:8.
77. Montanes-Bermudez R, Gracia-Garcia S. Use of estimated glomerular filtration formulas for dose adjustment. *Nefrologia* 2012; 32(2):253-255.
78. Gracia S, Montañés R, Bover J, Cases A, Deulofeu R, Martín de Francisco AL, Orte LM; Sociedad Española de Nefrología. Recommendations for the use of equations to estimate glomerular filtration rate in adults. Spanish Society of Nephrology. *Nefrologia*. 2006; 26(6):658-65.

79. Bover J, Fernandez-Llama P, Montanes R, Calero F. [Albuminuria: beyond the kidney]. *Med Clin (Barc)* 2008; 130(1):20-23.
80. Miller WG, Bruns DE, Hortin GL et al. Current issues in measurement and reporting of urinary albumin excretion. *Clin Chem* 2009; 55(1):24-38.
81. Levey AS, Coresh J. Chronic kidney disease. *Lancet* 2012; 379(9811):165-180.
82. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int (Suppl)* 2013; 3(1):1-308.
83. M. Sienz, A. Ignee, C. F. Dietrich. Sonography Today: Reference Values in Abdominal Ultrasound – Aorta, Inferior Vena Cava, Kidneys. *Z Gastroenterol* 2012; 50(3): 293-315.
84. J. Oyuela-Carrasco, F. Rodríguez-Castellanos, E. Kimura, R. Delgado-Hernández, J.P. Herrera-Félix. Renal length by ultrasound in Mexican adults. Departamento de Nefrología. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Ciudad de México. *Nefrología* 2009; 29(1):30-34.
85. A. S. Fauci, E. Braunwald, D. L. Kasper, S. L. Hauser. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. Eds.18th Ed. McGraw-Hill, New York. 2012; 2765-73.

# **ANEXOS.**



## ANEXO 1.

# Consentimiento Informado.



Yo \_\_\_\_\_

Siendo candidato idóneo y elegible para participar en la investigación llamada “Incidencia de la nefropatía crónica en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión, de Junio – Agosto 2015”, cumpliendo fielmente con los criterios de inclusión de la misma.

Se me ha explicado en que consiste la investigación, riesgos y beneficios, y he tenido la oportunidad de hacer preguntas y estoy satisfecho con las respuestas brindadas por los investigadores.

Por lo que accedo voluntariamente a participar en esta investigación. Y a la vez excluyo al Equipo investigador de toda responsabilidad derivada de las gestiones y procedimientos necesarios en la investigación.

Firma o Huella dactilar: \_\_\_\_\_

No de DUI: \_\_\_\_\_

San Sebastián, La Unión \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015



## ANEXO 2

NO \_\_\_\_\_

Universidad de El Salvador  
Facultad Multidisciplinaria Oriental  
Departamento de Medicina  
Doctorado en Medicina.

Guía de entrevista dirigida a los pacientes elegibles y que aceptaron participar (previa firma de consentimiento informado), en la investigación que se titula: “Incidencia de nefropatía crónica en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión de Junio – Agosto 2015”, y que además cumplen fielmente con los siguientes criterios de inclusión: paciente masculino o femenino, que resida en cualquiera de los doce caseríos de cantón San Sebastián, o aledaños por no menos de cinco años, edad entre 18 y 85 años, tiempo de trabajar en la actividad minera mayor o igual a cinco años, participar voluntariamente en la investigación, no padecer o desconocer el padecimiento de Diabetes Mellitus.

**Objetivo:** conocer las características socio demográficas, características clínicas y diversos signos y síntomas que se asocian a la nefropatía crónica, describiendo la técnica utilizada para la extracción del oro de manera artesanal y el grado de participación del sujeto de estudio en cada una de sus etapas.

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

### Signos Vitales:

P/A:            FC:            FR:            Peso:            Talla:            IMC:

#### 1. Características Socio demográficas

1. Estado Civil: Soltero: \_\_\_\_\_ Casado: \_\_\_\_\_ Acompañado: \_\_\_\_\_  
Divorciado: \_\_\_\_\_ Viudo: \_\_\_\_\_
2. ¿Sabe leer?: Si\_\_ No\_\_
3. ¿Sabe escribir?: Si\_\_ No\_\_

## 2. Características Clínicas, signos y síntomas asociados a nefropatía Crónica.

1. Ha presentado palidez palmar en los últimos tres meses? Si: \_\_\_\_\_  
No: \_\_\_\_\_
2. Padece Hipertensión Arterial? Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_
3. Ha presentado edemas de miembros inferiores en los últimos tres meses? Si: \_\_\_\_\_  
No: \_\_\_\_\_
4. Ha tenido cambios en el patrón miccional en los últimos tres meses? Si: \_\_\_\_\_  
No: \_\_\_\_\_
5. Con relación a la pregunta anterior en caso de ser afirmativa, cual es el cambio en el patrón miccional observado? Disuria: \_\_\_\_\_ Poliuria: \_\_\_\_\_ Oliguria: \_\_\_\_\_  
Hematuria: \_\_\_\_\_
6. Ha Presentado pérdida de peso en los últimos tres meses? Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_
7. Consume AINES de forma habitual? : Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Con qué frecuencia los consume? A diario: \_\_\_\_\_ Semanal: \_\_\_\_\_ Mensual: \_\_\_\_\_  
Ocasionalmente: \_\_\_\_\_
8. Consume Antibióticos de forma habitual? : Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Con qué frecuencia los consume? A diario: \_\_\_\_\_ Semanal: \_\_\_\_\_ Mensual: \_\_\_\_\_  
Ocasionalmente: \_\_\_\_\_
9. Consume Antihistamínicos de forma habitual? : Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Con qué frecuencia los consume? A diario: \_\_\_\_\_ Semanal: \_\_\_\_\_ Mensual: \_\_\_\_\_  
Ocasionalmente: \_\_\_\_\_
10. Consume medicamentos Cardiovasculares y asociados de forma habitual?: Si: \_\_\_\_\_  
No: \_\_\_\_\_ Con qué frecuencia los consume? A diario: \_\_\_\_\_ Semanal: \_\_\_\_\_  
Mensual: \_\_\_\_\_ Ocasionalmente: \_\_\_\_\_
11. En su faena como minero, cuantos vasos con agua consume en un día de trabajo?  
Ninguno: \_\_\_\_\_ de 1 a 2: \_\_\_\_\_ de 3 a 5: \_\_\_\_\_ de 6 a 7: \_\_\_\_\_ 8 a mas: \_\_\_\_\_
12. Tiene antecedente familiares de Nefropatía Crónica? Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

**3. Descripción de la técnica de extracción artesanal del oro, y el grado de participación de los sujetos en estudio en el mismo.**

1. Cuántos años lleva trabajando en las minas de San Sebastián? 5 años:\_\_\_\_\_ 8 años:\_\_\_\_\_ 10 años o más:\_\_\_\_\_
2. Cuantos días a la semana trabaja en la mina? 1:\_\_\_\_\_ 3:\_\_\_\_\_ 5 o más:\_\_\_\_\_
3. Dentro de la técnica artesanal del oro, cual es rol? Extracción directa de la broza:\_\_\_\_\_, moler broza:\_\_\_\_\_ quemar broza:\_\_\_\_\_ todos los procesos:\_\_\_\_\_
4. Cuál es el método que utiliza para separar el oro de la roca? Pulverizar la roca y aplicación de químicos:\_\_\_\_\_ pulverizar la roca y aplicación de agua:\_\_\_\_\_
5. En relación a la pregunta anterior, que tipo de químico utiliza para separar el oro de la roca? Mercurio (azogue):\_\_\_\_\_ Ácidos:\_\_\_\_\_ Ninguno:\_\_\_\_\_
6. Usa algún tipo de protección a la hora de extraer el oro de la roca? Si:\_\_\_\_\_ No:\_\_\_\_\_ qué tipo de medida de protección utiliza? Uso de lentes:\_\_\_\_ Uso de mascarillas:\_\_\_\_\_ Uso de guantes:\_\_\_\_\_ Todos:\_\_\_\_\_ Ninguno:\_\_\_\_\_

### **ANEXO 3.**

#### **Riesgos y Beneficios.**

##### **Riesgos:**

En esta investigación cabe la posibilidad de encontrar ciertos riesgos, los cuales podrían ser: flebitis, la formación de hematoma y/o absceso, que se podrían presentar al extraer las muestras sanguíneas, para realizar los exámenes de perfil renal; como también encontrar la negativa al realizar la toma de muestra, el sujetos participantes en la investigación.

##### **Beneficios:**

Con la presente investigación se abrirá la puerta para futuras investigaciones sobre la etiología de la nefropatía crónicas en poblaciones mineras del país; también se favorecerá a la población del Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión; en la realización de estudio renal con el fin de encontrar casos nuevos y estadios tempranos de la enfermedad en estudio, para así dar un tratamiento adecuado, al mismo tiempo servirá para concientizar a la población en estudio en las medidas de prevención de la misma.

**ANEXO 4**  
**Presupuesto**

<b>Actividades</b>	<b>Costos</b>	<b>Total</b>
Exámenes de laboratorio (Hemograma, Examen General de Orina, Creatinina sérica, Glicemia, Acido Úrico, Nitrógeno Ureico)	\$16 por persona	\$800.00
Exámenes de Gabinete (Ultrasonografía Renal)	\$10.00 por persona	\$180.00
Fotocopias, impresiones, anillados y empastados	\$100.00	\$100.00
Gasolina	\$80.00	\$80.00
Insumos para la toma de muestras de laboratorio (tubos de ensayo, guantes, alcohol, algodón, etc.).	\$70.00	\$70.00
Refrigerios para las personas en estudio	\$2.00 por persona	\$100.00
Recursos Humanos (Lic. En Laboratorio Clínico, Enfermeras)	\$10.00 por persona	\$40.00
<b>Total</b>		<b>\$1,370.00</b>



## ANEXO 6.

### Glosario de Términos.

**Adiadococinesia:** incapacidad de efectuar movimientos opuestos rápidos y de forma repetitiva

**Albuminuria:** presencia de albúmina en la orina

**Alopecia:** pérdida anormal o rarefacción del cabello

**Amalgama:** es la mezcla homogénea de dos o más metales

**Amalgamación:** Acción de amalgamar o amalgamarse.

**Anencefalia:** defecto en la fusión de varios sitios de cierre del tubo neural

**Anhidrasa carbónica:** enzima que pertenece a una familia demetaloenzimas

**Antropogénicas:** efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas

**Aurifera:** Del oro o relacionado con él.

**Azogue:** mercurio

**Biotransformación:** procesos que tienen lugar en el organismo mediante los cuales los fármacos son transformados para ser eliminados

**Broza:** material rocoso producto de la extracción minera que contiene oro y otros elementos

**Carcinógeno:** agente físico, químico o biológico potencialmente capaz de producir cáncer

**Cianuración:** técnica metalúrgica para la extracción de oro de mineral baja calidad

**Cianuro de sodio:** sal sódica del ácido cianhídrico



**Citocromooxidasa:** es una proteína transmembrana que se encuentra incluida en bicapas lipídicas de bacterias y en mitocondrias

**Creatinina:** compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina.

**Dislipidemia:** son una serie de diversas condiciones patológicas cuyo único elemento común es una alteración del metabolismo de los lípidos

**Divalente:** Que funciona con dos valencias

**Ecosistema:** Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven.

**Emisión:** son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión

**Encéfalo:** Parte central del sistema nervioso de los vertebrados, encerrada y protegida en la cavidad craneal y formada por el cerebro, el cerebelo y el bulbo raquídeo

**Encefalocele:** divertículo del tejido cerebral y de las meninges que protruyen a través de defectos en la bóveda craneana

**Enzimas:** Proteína soluble producida por las células del organismo, que favorece y regula las reacciones químicas en los seres vivos

**Escotomas:** zona de ceguera parcial, temporal o permanente.

**Estomatitis:** Inflamación de la mucosa bucal

**Etiopatogenia:** origen o causa del desarrollo de una patología.

**Fungicida:** sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o eliminar los hongos

**Glomerulonefritis:** Es una inflamación de los Glomérulos causada por la acumulación de gran número de glóbulos blancos en la capsula de Bowman

**Hidrargirismo:** Enfermedad crónica que se produce por intoxicación por mercurio

**Hipoxia:** estado de deficiencia de oxígeno en la sangre, células y tejidos del organismo, con compromiso de la función de los mismos

**Inhibidor:** es una persona liberada de mezquinos e inhibidores complejos

**Liposolubilidad:** sustancias solubles en grasas, aceites y otros solventes orgánicos no polares como el benceno y el tetracloruro de carbono.

**Lixiviación:** es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido

**Mesencéfalo:** Parte central del cerebro del embrión, que más tarde forma algunas partes menores del encéfalo

**Metilmercurio:** compuesto neurotóxico capaz de concentrarse en el organismo y concentrarse así mismo en las cadenas alimentarias

**Morbilidad:** Cantidad de personas que enferman en un lugar y un período de tiempo determinados en relación con el total de la población

**Mortalidad:** Cantidad de personas que mueren en un lugar y en un período de tiempo determinados en relación con el total de la población

**Nefropatia:** enfermedad del riñon

**Nefrotóxico:** toxico para el riñon

**Neurotoxico:** sustancia capaz de alterar el funcionamiento del sistema nervioso

**Nistagmus:** Movimiento espasmódico involuntario y rápido de los globos oculares, que puede ser ocasionado por afecciones muy diversas

**Oxidación:** Fenómeno químico en virtud del cual se transforma un cuerpo o un compuesto por la acción de un oxidante, que hace que en dicho cuerpo o compuesto aumente la cantidad de oxígeno y disminuya el número de electrones de alguno de los átomos

**Patognomónico:** sirve para calificar a aquellos signos clínicos o síntomas que, si están presentes, aseguran que el sujeto padece un determinado trastorno

**Percolación:** paso lento de fluidos a través de materiales porosos

**Pirita:** Mineral constituido por sulfuro de hierro, de brillo metálico y color amarillo, que constituye una de las principales menas del hierro y se emplea principalmente en la fabricación del ácido sulfúrico

**Proteinuria:** Presencia en la orina de proteínas en una cantidad superior a la normal

**Succinil deshidrogenasa:** complejo proteico ligado a la membrana interna mitocondrial que interviene en el ciclo de Krebs y en la cadena de transporte de electrones, y que contiene FAD unido covalentemente.

**Superóxido dismutasa:** cataliza la dismutación de superóxido en oxígeno y peróxido de hidrógeno

**Teratogenicidad:** Capacidad del medicamento para causar daño y malformaciones en el feto durante el embarazo

**Teratógeno:** agente o sustancia que es capaz de provocar malformaciones en el embrión

**Toxicidad:** capacidad de cualquier sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él.

**Toxicodinamia:** estudio de la manera en que los agentes químicos ejercen sus efectos en los organismos vivos.

## **ANEXO 7.**

### **Glosario de Siglas.**

ADESCO: Asociación de Desarrollo Comunal

ARENA: Alianza Republicana Nacionalista

ATP: Adenosin trifosfato

CEICOM: Centro de Investigación sobre Inversión y Comercio

CIADI: Centro Internacional de Arreglo de Diferencias relativas a Inversiones

CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration

DM: Diabetes Mellitus

EPA: Environmental Protección Agency

ERC: Enfermedad Renal Crónica

HDL: High Density Lipoprotein

HTA: Hipertensión Arterial

IRC: Insuficiencia Renal Crónica

MDRD: Modification of Diet in Renal Disease

PCN: Partido de Conciliación Nacional

PDC: Partido Demócrata Cristiano

TLC: Tratado de Libre Comercio

VIGEPES: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica

## ANEXO 8

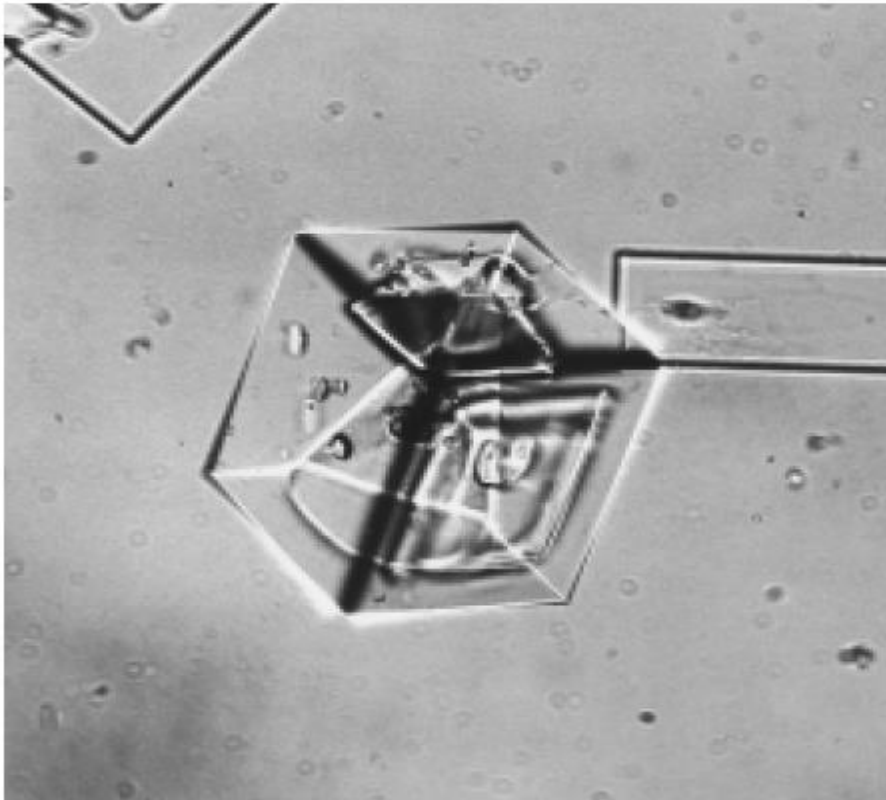
### Figuras con Información Relevante.

**FIGURA 1. Manipulación de Mercurio en la Extracción Artesanal de Oro.**



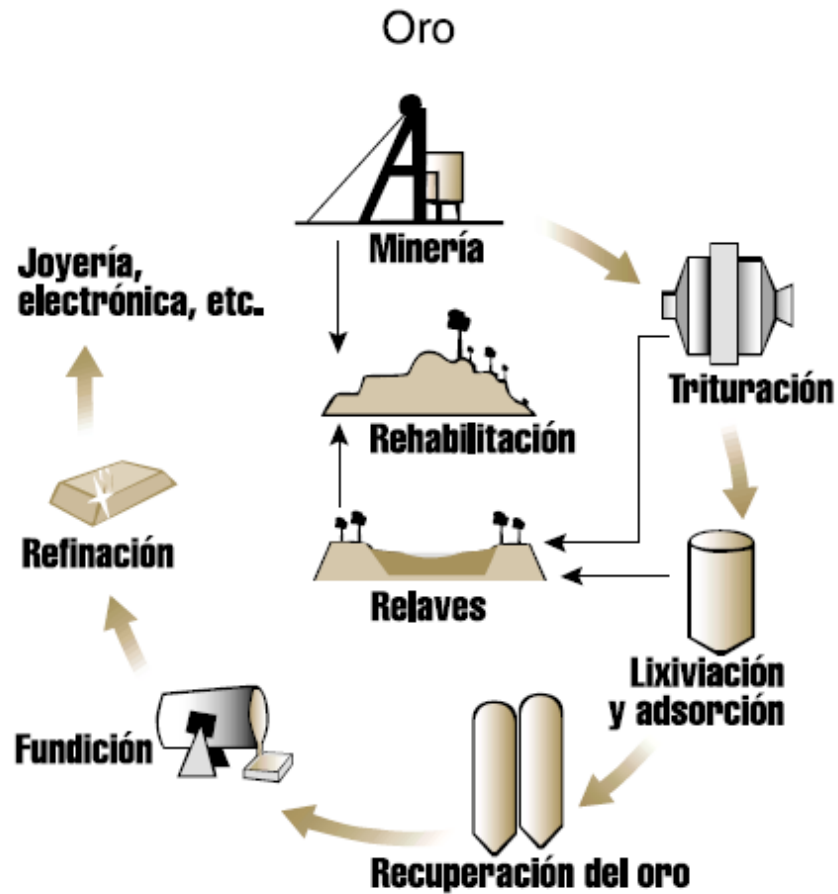
Foto 9: Manipulación de la amalgama. Foto: Taller Corporativo 2005

**FIGURA 2. Vista microscópica de Cristales de Cianuro.**



*Vista microscópica de los cristales de cianuro en formación.*

**FIGURA 3. Uso del Cianuro en la Producción del Oro.**



Cortés de WMC Limited

### Uso del cianuro en la producción de oro

**FIGURA 4. Uso Industrial del Cianuro en la Producción del Oro.**



*Recuperación de oro de la solución de cianuro utilizando carbón activado (carbón vegetal).*

**FIGURA 5. Lixiviación en Minería a Cielo Abierto Usando Mercurio.**



*Construcción de una plataforma de lixiviación en Pikes Peak, Colorado, Estados Unidos.*

**FIGURA 6. Entrada a Mina Artesanal. Cantón San Sebastián.**





**FIGURA 7. Rio San Sebastián, Cantón San Sebastián, La Unión.**



**FIGURA 8. Modelo Toxicológico del Mercurio.**

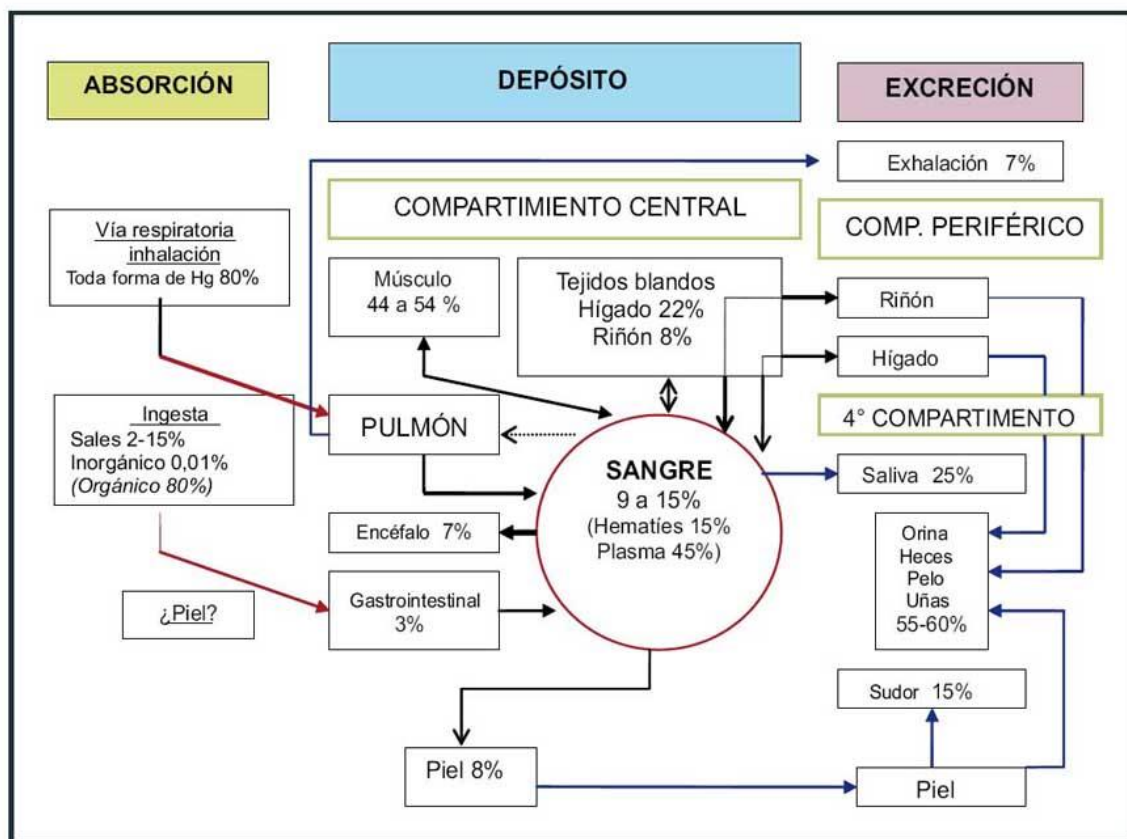


Figura 1. Modelo toxicocinético del mercurio inorgánico.

## ANEXO 9

### Tablas con Información Relevante.

**TABLA 1. Situaciones consideradas como Daño Renal para el Diagnóstico de ERC.**

**Tabla 1.** Situaciones consideradas como daño renal para el diagnóstico de enfermedad renal crónica\* [2]

- Daño renal diagnosticado por método directo:
  - Alteraciones histológicas en la biopsia renal.
- Daño renal diagnosticado de forma indirecta, por marcadores:
  - Albuminuria o proteinuria elevadas.
  - Alteraciones en el sedimento urinario.
  - Alteraciones en pruebas de imagen.

\* Para que un marcador de daño renal establezca el diagnóstico de enfermedad renal crónica la anomalía tiene que ser persistente durante al menos 3 meses.

**TABLA 2. Tazas de Hospitalización por ERC.**

Hospitalizaciones por IRC distribuidos según condición de egreso por año, El Salvador, 2006-2011

Condición de salida	2006	2007	2008	2009	2010	2011	TOTAL
<b>Muerto</b>	512 (12.3%)	484 (12.0%)	607 (13.6%)	603 (12.4%)	651 (11.8%)	696 (12.6%)	3,553 (12.4%)
<b>Vivo</b>	3,6363	,538	3,8704	,269	4,8494	,825	24,987
<b>Total</b>	4,1484	,022	4,4774	,872	5,5005	,521	28,540

Fuente: Sistema de Morbilidad y Mortalidad en Línea (SIMMOW)

**TABLA 3. Mortalidad Asociada a ERC por Sexo.**

Mortalidad asociada a IRC según área de procedencia, grupo de edad y sexo, El Salvador, 2006-2011

Variables				
		Condición de salida	Frecuencia	Porcentaje
Área de procedencia	Rural	Muerto	1,328	9.90%
		Vivo	12,030	90.10%
	Urbano	Muerto	2,225	14.70%
		Vivo	12,957	85.30%

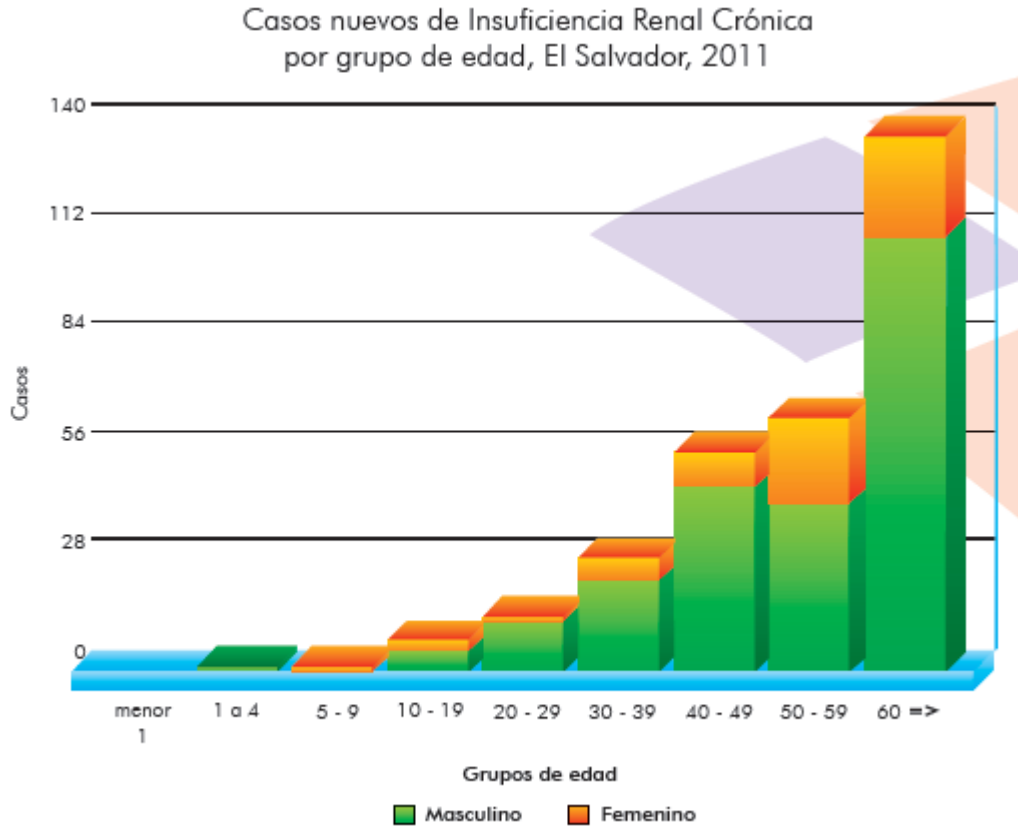
**TABLA 4. Incidencia de ERC por Sexo.**

COMISIÓN TÉCNICA DE VIGILANCIA EN SALUD Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA  
SE-COMISCA

GRUPO DE EDAD		
60 ó más años		
Muerto	1,723	14.70%
Vivo	9,979	85.30%
Menor de 60 años		
Muerto	1,830	10.90%
Vivo	15,008	89.10%
SEXO		
Femenino		
Muerto	1,033	12.10%
Vivo	7,477	87.90%
Masculino		
Muerto	2,520	12.60%
Vivo	17,510	87.40%

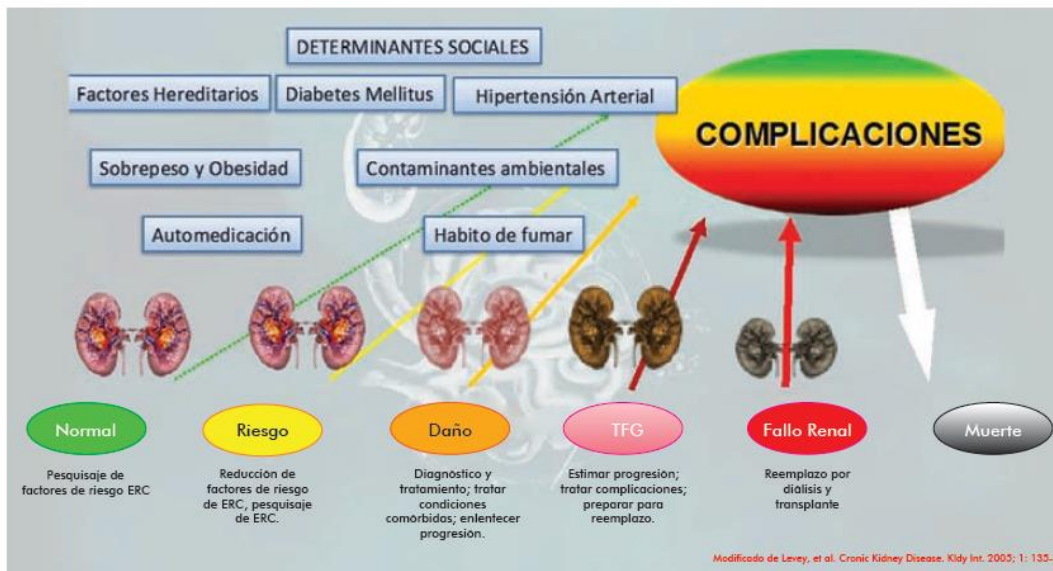
Fuente: SIMMOW

**TABLA 5. Incidencia de ERC en El Salvador para 2011.**



**TABLA 6. Modelo Conceptual de la Evolución Natural de la ERC.**

MODELO CONCEPTUAL DE LA EVOLUCIÓN DE LA ENFERMEDAD CRÓNICA



Fuente: Ministerio de Salud de El Salvador

## TABLA 7. Clasificación por Estadios de ERC.

**Tabla 2.** Clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica (ERC) según las guías K/DOQI 2002 de la National Kidney Foundation (2)

Estadio	Descripción	FG (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )
—	Riesgo aumentado de ERC	60 con factores de riesgo*
1	Daño renal † con FG normal	90
2	Daño renal † con FG ligeramente disminuido	60-89
3	FG moderadamente disminuido	30-59
4	FG gravemente disminuido	15-29
5	Fallo renal	< 15 o diálisis

FG: filtrado glomerular.

\* **Factores de riesgo de ERC:** edad avanzada, historia familiar de ERC, hipertensión arterial, diabetes, reducción de masa renal, bajo peso al nacer, enfermedades autoinmunes y sistémicas, infecciones urinarias, litiasis, enfermedades obstructivas de las vías urinarias bajas, uso de fármacos nefrotóxicos, razas afroamericana y otras minoritarias en Estados Unidos y bajo nivel educativo o social.

† **Daño renal:** alteraciones patológicas o marcadores de daño, fundamentalmente una proteinuria/albuminuria persistente (índice albúmina/creatinina > 30 mg/g, aunque se han propuesto cortes sexo-específicos en > 17 mg/g en varones y 25 mg/g en mujeres); otros marcadores pueden ser las alteraciones en el sedimento urinario y alteraciones morfológicas en las pruebas de imagen.

## TABLA 8. Evolución Natural de la IRC.

**Tabla 5.** Evolución natural de la IRC (10)

Función renal	Aclaramiento de creatinina	
< Reserva funcional renal	120-60	Disminución de nefronas funcionantes y aumento del filtrado en nefronas residuales. Balance equilibrado de sodio, agua y ácido.
Deterioro renal	59-30	Disminución del filtrado glomerular. Aumento de PTH. Disminución de 1,25 (OH) D3. Anemia leve.
Insuficiencia renal	20-10	Aumento del P. hiperparatiroidismo. Osteodistrofia. Acidosis. Uremia. Anemia. Hipocalcemia (no siempre). Astenia. Hiponatremia. Falta de concentración y dilución de la orina.
Uremia	< 10	Irritabilidad. Letargia. Anemia severa. Coagulopatía. Inmunosupresión. HTA. Anorexia. Vómitos. Neuropatía periférica. Osteodistrofia: fracturas. Impotencia. Esterilidad. Homeostasis del K y H <sub>2</sub> O dependiente de diuresis. Gastritis. Disnea y edema agudo de pulmón.

**TABLA 9. ECUACION CKD-EPI Y ECUACION MDRD-IDMS**

<b>Ecuación CKD-EPI</b>	
Etnia blanca:	
Mujeres	$\text{Creatinina} \leq 0,7 \text{ mg/dL FGe} = 144 \times (\text{creatinina}/0,7)^{-0,329} \times (0,993)^{\text{edad}}$ $\text{Creatinina} > 0,7 \text{ mg/dL FGe} = 144 \times (\text{creatinina}/0,7)^{-1,209} \times (0,993)^{\text{edad}}$
Hombres	$\text{Creatinina} \leq 0,9 \text{ mg/dL FGe} = 141 \times (\text{creatinina}/0,9)^{-0,411} \times (0,993)^{\text{edad}}$ $\text{Creatinina} > 0,9 \text{ mg/dL FGe} = 141 \times (\text{creatinina}/0,9)^{-1,209} \times (0,993)^{\text{edad}}$
Etnia negra:	
Mujeres	$\text{Creatinina} \leq 0,7 \text{ mg/dL FGe} = 166 \times (\text{creatinina}/0,7)^{-0,329} \times (0,993)^{\text{edad}}$ $\text{Creatinina} > 0,7 \text{ mg/dL FGe} = 166 \times (\text{creatinina}/0,7)^{-1,209} \times (0,993)^{\text{edad}}$
Hombres	$\text{Creatinina} \leq 0,9 \text{ mg/dL FGe} = 163 \times (\text{creatinina}/0,9)^{-0,411} \times (0,993)^{\text{edad}}$ $\text{Creatinina} > 0,9 \text{ mg/dL FGe} = 163 \times (\text{creatinina}/0,9)^{-1,209} \times (0,993)^{\text{edad}}$
<b>Ecuación MDRD-IDMS</b>	
$\text{FGe} = 175 \times (\text{creatinina})^{-1,154} \times (\text{edad})^{-0,203} \times 0,742 \text{ (si mujer)} \times 1,21 \text{ (si etnia negra)}$	

**TABLA 10. ECUACION MDRD 4**

<b>Ecuación MDRD-4</b>
$\text{FGe} = 186 \times (\text{creatinina})^{-1,154} \times (\text{edad})^{-0,203} \times 0,742 \text{ (si mujer)} \times 1,21 \text{ (si etnia negra)}$

**TABLA 11. ECUACION DE Cockcroft-Gault.**

**Ccr = [(140 - edad) x peso ] / (72 x Creatinina serica) x 0,85 (si es mujer).**



**TABLA 12. PRONOSTICO DE LA ENFERMEDAD RENAL CRONICA Y ESTADIFICIACION POR CATEGORIAS.**

Pronóstico de ERC por IFR y categorías de Albuminuria: KDIGO 2012				Categorías de Albuminuria		
				Descripción e intervalo		
				A1	A2	A3
				Aumento normal o	Aumento moderado	Aumento Severo
				<30 mg/g <3 mg/mmol	30-299 mg/g 3-29 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
Categorías de IFR, Descripción y Alcance (mL/min/1,73 m <sup>2</sup> )	G1	Normal o elevado	>90			
	G2	Descenso leve	60-89			
	G3a	Descenso leve-moderado	45-59			
	G3b	Descenso moderado-	30-44			
	G4	Descenso severo	15-29			
	G5	Fallo renal	<15			

Nota: Los colores mostrarían el riesgo relativo ajustado para cinco eventos (mortalidad global, mortalidad cardiovascular, fracaso renal tratado con diálisis o trasplante, fracaso renal agudo y progresión de la enfermedad renal) a partir de un metanálisis de cohortes de población general<sup>2</sup>. El riesgo menor corresponde al color verde (categoría "bajo riesgo" y si no hay datos de lesión renal no se puede catalogar siquiera como ERC), seguido del color amarillo (riesgo "moderadamente aumentado"), naranja ("alto riesgo") y rojo ("muy alto riesgo"), que expresan riesgos crecientes para los eventos mencionados.

## **ANEXO 10.**

Valores de Referencia.<sup>85</sup>

Hemoglobina: Hombres 13.3 – 16.2 mg/dl Mujeres 12.0 - 15.8 mg/dl

Creatinina: Hombres: 0.6 – 1.2 mg/dl Mujeres: 0.5 – 0.9 mg/dl

Ácido úrico: Hombres: 3.1 – 7.0 mg/dl Mujeres: 2.5 – 5.6 mg/dl

Nitrógeno Ureico: 7 – 20mg/dl

Glicemia: 75 – 111 mg/dl



ANEXO 11. Distribución Normal.



**TABLA II**  
**DISTRIBUCIÓN NORMAL TIPIFICADA  $N(0, 1)$**

La tabla proporciona el área que queda comprendida entre 0 y z.

z	0'00	0'01	0'02	0'03	0'04	0'05	0'06	0'07	0'08	0'09
0'0	0'00000	0'00399	0'00798	0'01197	0'01595	0'01994	0'02392	0'02790	0'03188	0'03586
0'1	0'03983	0'04380	0'04766	0'05172	0'05567	0'05962	0'06356	0'06749	0'07142	0'07535
0'2	0'07926	0'08317	0'08706	0'09095	0'09483	0'09871	0'10257	0'10642	0'11026	0'11409
0'3	0'11791	0'12172	0'12552	0'12930	0'13307	0'13683	0'14058	0'14431	0'14803	0'15173
0'4	0'15554	0'15910	0'16276	0'16640	0'17003	0'17364	0'17724	0'18082	0'18439	0'18793
0'5	0'19146	0'19497	0'19847	0'20194	0'20540	0'20884	0'21226	0'21566	0'21904	0'22240
0'6	0'22575	0'22907	0'23237	0'23565	0'23891	0'24215	0'24537	0'24857	0'25175	0'25490
0'7	0'25804	0'26115	0'26424	0'26730	0'27035	0'27337	0'27637	0'27935	0'28230	0'28524
0'8	0'28814	0'29103	0'29389	0'29673	0'29955	0'30234	0'30511	0'30785	0'31075	0'31327
0'9	0'31594	0'31859	0'32121	0'32381	0'32639	0'32894	0'33147	0'33398	0'33646	0'33891
1'0	0'34134	0'34375	0'34614	0'34850	0'35083	0'35313	0'35543	0'35769	0'35993	0'36214
1'1	0'36433	0'36650	0'36864	0'37076	0'37286	0'37493	0'37698	0'37900	0'38100	0'38298
1'2	0'38493	0'38686	0'38877	0'39065	0'39251	0'39435	0'39617	0'39796	0'39973	0'40147
1'3	0'40320	0'40490	0'40658	0'40824	0'40988	0'41149	0'41308	0'41466	0'41621	0'41774
1'4	0'41924	0'42073	0'42220	0'42364	0'42507	0'42647	0'42786	0'42922	0'43056	0'43189
1'5	0'43319	0'43448	0'43574	0'43699	0'43822	0'43943	0'44062	0'44179	0'44295	0'44408
1'6	0'44520	0'44630	0'44738	0'44845	0'44950	0'45053	0'45154	0'45254	0'45352	0'45449
1'7	0'45543	0'45637	0'45728	0'45818	0'45907	0'45994	0'46080	0'46164	0'46246	0'46327
1'8	0'46407	0'46485	0'46562	0'46638	0'46712	0'46784	0'46856	0'46926	0'46995	0'47062
1'9	0'47128	0'47193	0'47257	0'47320	0'47381	0'47441	0'47500	0'47558	0'47615	0'47670
2'0	0'47725	0'47778	0'47831	0'47882	0'47932	0'47982	0'48030	0'48077	0'48124	0'48169
2'1	0'48214	0'48257	0'48300	0'48341	0'48382	0'48422	0'48461	0'48500	0'48537	0'48574
2'2	0'48610	0'48645	0'48679	0'48713	0'48745	0'48778	0'48809	0'48840	0'48870	0'48899
2'3	0'48928	0'48956	0'48983	0'49010	0'49036	0'49061	0'49086	0'49111	0'49134	0'49158
2'4	0'49180	0'49202	0'49224	0'49245	0'49266	0'49286	0'49305	0'49324	0'49343	0'49361
2'5	0'49379	0'49396	0'49413	0'49430	0'49446	0'49461	0'49477	0'49492	0'49506	0'49520
2'6	0'49534	0'49547	0'49560	0'49573	0'49585	0'49598	0'49609	0'49621	0'49632	0'49643
2'7	0'49653	0'49664	0'49674	0'49683	0'49693	0'49702	0'49711	0'49720	0'49728	0'49736
2'8	0'49744	0'49752	0'49760	0'49767	0'49774	0'49781	0'49788	0'49795	0'49801	0'49807
2'9	0'49813	0'49819	0'49825	0'49831	0'49836	0'49841	0'49846	0'49851	0'49856	0'49861
3'0	0'49865	0'49869	0'49873	0'49877	0'49881	0'49885	0'49889	0'49893	0'49896	0'49899
3'1	0'49903	0'49906	0'49909	0'49912	0'49915	0'49918	0'49921	0'49923	0'49926	0'49929
3'2	0'49931	0'49933	0'49936	0'49938	0'49940	0'49942	0'49944	0'49946	0'49948	0'49950
3'3	0'49951	0'49953	0'49955	0'49956	0'49958	0'49959	0'49961	0'49962	0'49964	0'49965
3'4	0'49966	0'49967	0'49968	0'49970	0'49971	0'49972	0'49973	0'49974	0'49975	0'49976
3'5	0'49977	0'49977	0'49978	0'49979	0'49980	0'49981	0'49981	0'49982	0'49983	0'49983
3'6	0'49984	0'49985	0'49985	0'49986	0'49986	0'49987	0'49987	0'49988	0'49988	0'49989
3'7	0'49989	0'49990	0'49990	0'49990	0'49991	0'49991	0'49991	0'49992	0'49992	0'49992
3'8	0'49993	0'49993	0'49993	0'49994	0'49994	0'49994	0'49994	0'49995	0'49995	0'49995
3'9	0'49995	0'49995	0'49996	0'49996	0'49996	0'49996	0'49996	0'49996	0'49997	0'49997
4'0	0'49997	0'49997	0'49997	0'49997	0'49997	0'49997	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998
4'1	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49998	0'49999	0'49999
4'2	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999
4'3	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999	0'49999
4'4	0'49999	0'49999	0'49999	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000	0'50000



## ANEXO 12

NO \_\_\_\_\_

Universidad de El Salvador  
Facultad Multidisciplinaria Oriental  
Departamento de Medicina  
Doctorado en Medicina.

Instrumento de análisis del perfil renal para los pacientes que participan en la investigación que se titula: “Incidencia de nefropatía crónica en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión de Junio – Agosto 2015”.

Nombre: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Edad: 44 años

Residencia: Cantón San Sebastián

Teléfono: XXXXXX

Análisis.	Resultado.	Unidades
Hematocrito.	46.4	%
Hemoglobina.	15.9	gr/dl
Creatinina plasmática.	1.2	mg/dl
Glucosa plasmática.	107.0	mg/dl
Ácido úrico plasmático.	7.2	mg/dl
Nitrógeno ureico.	16	mg/dl
Filtrado glomerular estimado.	CG: 90.32 MDRD: 67.3 CKD: 70	ml/min
General de orina.	Negativo.	

Elegible para ultrasonografía renal: si

Diagnóstico: ERC estadio 2

Plan: Notificar de resultados a paciente, referencia para evaluación por nefrología.



## ANEXO 13

Universidad de El Salvador

Facultad Multidisciplinaria Oriental

Departamento de Medicina

Doctorado en Medicina.

Instrumento de análisis de ultrasonografía renal para los pacientes que participan en la investigación que se titula: “Incidencia de nefropatía crónica en la población minera artesanal en Cantón San Sebastián, Santa Rosa de Lima, La Unión de Junio – Agosto 2015”.

**Nombre:** XXXXXXXXXXXXXXXX

**Edad:** 75 años.

**Fecha:** 12 de Septiembre del 2015.

**Estudio Realizado:** Ultrasonido renal.

### **Descripción:**

Se realiza barrido ultrasonográfico renal, observando:

Ambos **riñones** de tamaño dentro del rango normal, con aumento de la ecogenicidad de su corteza, no definiéndose adecuadamente la relación corticomedular, de superficies lisas, no apreciando dilatación de su sistema pielocalicial.

**Riñón derecho** mide 96x34x49 mm con grosor de parénquima ligeramente disminuido mide 10.9 mm, apreciando 3 quistes en su región media el de mayor diámetro mide 12x12 mm, uno de los cuales presentando calcificaciones en su pared.

**Riñón izquierdo** mide 105x38x35 mm con grosor de parénquima de 15.3 mm, apreciando 3 quistes en su interior el de mayor diámetro mide 12x6 mm. Se observa además pequeña calcificación intraparenquimatosa en su región media que mide 5x3 mm.

No se aprecian cálculos o nódulos sólidos en su interior.

### **Impresión diagnóstica:**

- 1. Ambos riñones con aumento de la ecogenicidad de su corteza, no definiéndose adecuadamente la relación corticomedular, hallazgos que sugieren nefropatía temprana.**
- 2. Quistes renales bilaterales.**
- 3. Pequeña calcificación intraparenquimatosa en la región media del riñón izquierdo.**

**Dr. Pedro Alfonso Arévalo.**

**Médico Radiólogo.**

