

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍAS EN SALUD

ANÁLISIS DEL RIESGO DE ENFERMAR ASOCIADO A LA EXPOSICIÓN DE ARSÉNICO  
EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

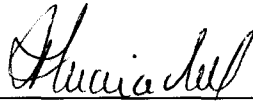
Tesis para optar al grado de licenciatura en Salud Ambiental

Nicole Villegas González

Enero 2014

## HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de licenciatura en Salud Ambiental, el día 21 de enero del 2014.



---

M.Sc. Xinia Alvarado Zeledón

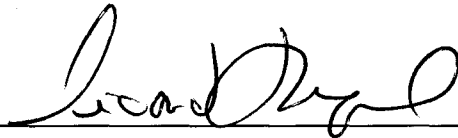
Presidenta



---

Dr. Horacio Chamizo García

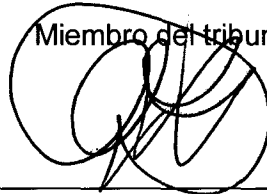
Director



---

M.Ing. Ricardo Morales Vargas

Miembro del tribunal



---

Dr. Darner Mora Alvarado

Miembro del tribunal



---

Licda. Ingrid Behm Ammazzini

Miembro del tribunal

## **DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Los derechos de propiedad intelectual derivados de la elaboración de esta investigación pertenecen a Nicole Villegas González, cédula 4 0196 0408.

Los trabajos citados para fundamentar este estudio son propiedad de los autores mencionados en la bibliografía de este documento.

## DEDICATORIA

A la fuente infinita de amor, vida, paz, sabiduría...

A las personas que sufren el dolor de la enfermedad y a sus cuidadores,

A los jóvenes, especialmente los que tienen limitadas oportunidades,

A la memoria de Lidia Villalobos Rodríguez.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por el amor, a su madre María, nuestra Auxiliadora, a San Juan Bosco porque soy parte de su sueño.

A mis padres: Oscar Villegas Villalobos y Mayra González Quesada, así como a toda mi familia por el apoyo incondicional en todas las cosas que he necesitado y principalmente por la comprensión a lo largo de este trabajo.

Al Dr. Horacio Chamizo García, por la paciencia, su orientación, explicaciones, el apoyo, por la formación, seguridad y todo lo enseñado, gracias a lo cual ha sido posible este trabajo.

Al M.Ing Ricardo Morales Vargas, por la disponibilidad para ser parte del comité asesor, la paciencia, el apoyo, la escucha, las observaciones, correcciones, ideas y sugerencias a lo largo del trabajo las cuales fueron de gran valor.

Al Dr. Darner Mora Alvarado, por su valioso apoyo, anuencia e interés en el desarrollo de este trabajo. Por la oportunidad brindada de ser parte de la labor que desarrolla el Laboratorio Nacional de Aguas.

A la M.Sc. Xinia Alvarado Zeledón y a la Licda. Ingrid Behm Ammazini por las observaciones y correcciones en la formulación de la propuesta del trabajo.

A las personas que colaboraron en el desarrollo de la etapa de campo, por su disponibilidad y apoyo, especialmente muchas gracias a la Licda. Elvia Herra por su ayuda.

A las personas de las comunidades donde se efectuó el trabajo de campo, por su apertura y disposición a participar.

A los funcionarios del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados que colaboraron en brindar los datos requeridos, principalmente gracias al Lic. Kenneth Mauricio Masis Núñez y al Sr. Fabio Sancho Corrales, por la ayuda y amabilidad.

A quienes han sido parte de este trabajo del Laboratorio Nacional de Aguas, especialmente gracias a la Sra. Xinia Mesén por el valioso apoyo, sus consejos y atención. A la Licda. Azucena Urbina por la ayuda y disponibilidad en cada consulta.

A todos los compañeros de ese lugar, principalmente con los cuales he podido compartir, gracias por el apoyo a la Sra. Ileana Garbanzo, Sra. Noilyn Castillo, Bach. Ernesto Alfaro, Dra. Carmen Valiente, Sra. Yolanda Alfaro, Srs: Oscar Fonseca, Carlos Durán, Antonio Peña y Luis Vega. A la Sra. Ana Lucía Chacón Támes por las palabras de ánimo, la escucha, alegría y sus consejos a lo largo de este trabajo, lo cual fue fundamental para su conclusión.

A la Licda. Juanita Duarte, por su apoyo profesional, gracias al cual también logré culminar este trabajo.

A Kattia Vargas Hernández, por la paciencia, apoyo y sinceridad durante estos años de trabajo conjunto, principalmente gracias por la amistad.

A Juan Miguel Ortega Quesada, por la asesoría en el manejo de los datos, su autenticidad, la motivación y sobre todo por la percepción de vida que compartimos.

A mis educadores y amigos salesianos, con especial afecto para Gabriel Casás Gómez, por la formación y acompañamiento fundamental en mi vida, bajo el Sistema Educativo de Don Bosco.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>SIGLAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>17</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>17</b>
1.1. <i>Introducción</i> .....	17
1.2. <i>Planteamiento del problema</i> .....	18
1.3. <i>Objetivos</i> .....	24
1.4. <i>Justificación</i> .....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>28</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>28</b>
2.1. <i>Salud Ambiental</i> .....	28
2.2. <i>Agua para consumo humano</i> .....	29
2.3. <i>Arsénico como contaminante del agua</i> .....	30
2.4. <i>Exposición a arsénico</i> .....	30
2.5. <i>Susceptibilidad a enfermar en la relación arsénico – salud</i> .....	32
2.6. <i>Efectos a la salud asociados al consumo de agua contaminada con arsénico</i> .....	34
2.6.1. <i>Efectos no carcinogénicos</i> .....	35
2.6.1.1. <i>Lesiones en la piel</i> .....	36
2.6.1.2. <i>Efectos en la memoria y la función mental, efectos neuropáticos y neuroconductuales</i> .....	37
2.6.1.3. <i>Enfermedades cardiovasculares</i> .....	39
2.6.1.4. <i>Enfermedades del sistema respiratorio</i> .....	40
2.6.1.5. <i>Diabetes Mellitus tipo II</i> .....	41
2.6.1.6. <i>Efectos reproductivos</i> .....	42
2.6.1.7. <i>Daño renal</i> .....	42
2.6.1.8. <i>Otros efectos</i> .....	44
2.6.2. <i>Efectos carcinogénicos</i> .....	45
2.6.2.1. <i>Tipos de cáncer asociados al consumo de agua contaminada con arsénico</i> .....	45

2.7.	<i>Gestión del agua para consumo humano</i> .....	48
2.8.	<i>Matriz de variables e indicadores</i> .....	49
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>54</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....		<b>54</b>
3.1.	<i>Diseño Ecológico</i> .....	54
3.1.1.	Validez.....	55
3.1.2.	Sesgos .....	55
3.1.3.	Precisión .....	56
3.1.4.	Análisis y recopilación de la información .....	56
3.2.	<i>Diseño Transversal</i> .....	59
3.2.1.	Validez.....	61
3.2.2.	Sesgos .....	61
3.2.3.	Precisión .....	62
3.2.4.	Análisis y recopilación de la información .....	63
3.3.	<i>Consideraciones éticas</i> .....	63
3.4.	<i>Limitaciones del estudio</i> .....	64
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>67</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....		<b>67</b>
4.1.	<i>Riesgo de Insuficiencia Renal Crónica en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	67
4.1.1.	Análisis espacial de la morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica del 2003 al 2011.....	68
4.1.2.	Análisis temporal de la morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica en distritos de mediana a alta exposición de 1991 al 2011.....	72
4.1.3.	Clasificación por zonas de exposición a arsénico e Insuficiencia Renal Crónica.....	81
4.2.	<i>Riesgo de cáncer de riñón en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	82
4.2.1.	Análisis espacial de la morbilidad por cáncer de riñón de 1997 al 2005 .....	82
4.2.2.	Análisis temporal de la morbilidad de cáncer de riñón en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005.....	84
4.2.3.	Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de riñón.....	89
4.3.	<i>Riesgo de cáncer de vejiga en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	90
4.3.1.	Análisis espacial de la morbilidad de cáncer de vejiga de 1997 al 2005 .....	90
4.3.2.	Análisis temporal de la morbilidad por cáncer de vejiga en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005.....	91
4.3.3.	Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de vejiga .....	97
4.4.	<i>Riesgo de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	97
4.4.1.	Análisis espacial de la morbilidad por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas de 1997 al 2005 .....	98



4.4.2.	Análisis temporal de la morbilidad de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005 .....	99
4.4.3.	Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas .....	104
4.5.	<i>Riesgo de cáncer de pulmón y bronquios en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	105
4.5.1.	Análisis espacial morbilidad por cáncer de pulmón y bronquios de 1997 al 2005 .....	105
4.5.2.	Análisis temporal de la morbilidad por cáncer de pulmón y bronquios en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005.....	107
4.5.3.	Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de pulmón y bronquios.....	112
4.6.	<i>Riesgo de cáncer de piel en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	113
4.6.1.	Análisis espacial de la morbilidad por cáncer de piel de 1997 al 2005 .....	113
4.6.2.	Análisis temporal de la morbilidad por cáncer de piel en distritos de mediana a alta exposición 1982 al 2005 .....	116
4.6.3.	Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de piel .....	123
4.7.	<i>Porcentaje de abortos respecto a la cantidad de embarazos en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	124
4.7.1.	Análisis espacial del porcentaje de abortos del 2009 al 2011 .....	125
4.7.2.	Análisis temporal del porcentaje de abortos en distritos de mediana a alta exposición de 1997 al 2005 .....	127
4.7.3.	Clasificación por zonas de exposición a arsénico y porcentaje de abortos .....	134
4.8.	<i>Porcentaje de nacidos muertos respecto al producto del embarazo en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico</i> .....	134
4.8.1.	Análisis espacial del porcentaje de nacidos muertos de 1997 al 2011 .....	135
4.8.2.	Análisis temporal del porcentaje de nacidos muertos en distritos de mediana a alta exposición 1997 al 2011 .....	136
4.8.3.	Clasificación por zonas de exposición y porcentaje de nacidos muertos .....	142
4.9.	<i>Síntesis de resultados</i> .....	143
4.9.1.	Insuficiencia Renal Crónica.....	150
4.9.2.	Cáncer de riñón .....	151
4.9.3.	Cáncer de vejiga.....	152
4.9.4.	Cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas .....	152
4.9.5.	Cáncer de pulmón y bronquios.....	153
4.9.6.	Cáncer de piel .....	154
4.9.7.	Efectos reproductivos .....	155
4.10.	<i>Prevalencia de factores de riesgo, enfermedades y síntomas en la comunidad conocida como Barrio Hotel Cañas y San Miguel en Cañas, Guanacaste</i> .....	156
4.11.	<i>Análisis simple del riesgo y exposición a arsénico por el consumo de agua</i> .....	166
4.11.1.	Riesgo de presentar enfermedades asociadas a la exposición de arsénico .....	167
4.11.2.	Riesgo de presentar síntomas asociados a la exposición de arsénico.....	168
4.11.3.	Riesgo de presentar síntomas asociados a la Insuficiencia Renal Crónica .....	169
4.12.	<i>Análisis estratificado del riesgo y exposición a arsénico por el consumo de agua</i> .....	171
4.12.1.	Enfermedades de los riñones y sus factores de riesgo.....	173

4.12.1.1.	Insuficiencia Renal y sus factores de riesgo.....	178
4.12.2.	Presión alta y sus factores de riesgo.....	181
4.12.3.	Diabetes y sus factores de riesgo.....	184
4.12.4.	Anemia y sus factores de riesgo.....	187
4.12.5.	Lesiones en la piel y sus factores de riesgo.....	190
4.12.6.	Disminución de la visión y sus factores de riesgo.....	198
4.12.7.	Depresión y sus factores de riesgo.....	200
4.13.	<i>Análisis Multivariado</i> .....	203
4.13.1.	Riesgo de presentar enfermedades de los riñones.....	204
4.13.1.1.	Riesgo de presentar Insuficiencia Renal.....	208
4.13.2.	Riesgo de presentar presión alta.....	210
4.13.3.	Riesgo de presentar diabetes.....	211
4.13.4.	Riesgo de presentar anemia.....	213
4.13.5.	Riesgo de presentar lesiones en la piel.....	215
4.13.6.	Riesgo de presentar disminución de la visión.....	220
4.13.7.	Riesgo de presentar depresión.....	221
4.13.8.	Síntesis del análisis multivariado.....	223
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>224</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>224</b>
5.1.	<i>Conclusiones</i> .....	224
5.2.	<i>Recomendaciones</i> .....	227
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	<b>232</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>240</b>
Anexo 1:	<i>Fórmula de consentimiento informado</i> .....	240
Anexo 2:	<i>Cuestionario Epidemiológico</i> .....	244
Anexo 3:	<i>Tablas de distritos según zonas de exposición a arsénico</i> .....	257
Anexo 4:	<i>Cuadros de Índices de Riesgo Estandarizado por Edad según exposición a arsénico</i> .....	261
Anexo 5:	<i>Tablas de prevalencia de factores de riesgo, síntomas y enfermedades</i> .....	292

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mapa del IME de Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 del 2003 al 2011 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentración de arsénico.....	68
Ilustración 2: Mapa del IME por cáncer de riñón CIE-10 C64 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico.....	83
Ilustración 3: Mapa del IME de cáncer de vejiga CIE-10 C67 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico.....	90
Ilustración 4: Mapa del IME de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentración de arsénico.....	98
Ilustración 5: Mapa del IME de cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico.....	105
Ilustración 6: Mapa del IME de cáncer de piel CIE-10 C44 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico. ....	114
Ilustración 7: Mapa del porcentaje de abortos en relación a la cantidad de embarazos a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS.....	126
Ilustración 8: Mapa del porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS del 2003 al 2011.....	135

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Resultados de prevalencia de cáncer de piel por cada 1000 personas, Taiwán, 1977 .....	46
Cuadro 2: Razón de mortalidad estandarizada por edad de cáncer de pulmón, riñón y vejiga según grupos de exposición a arsénico y sexo, Córdoba Argentina, 1986-1991.....	47
Cuadro 3: Síntesis de riesgo de IRC del 2003 al 2011 en distritos con al menos un análisis sobre la norma de arsénico en el agua para consumo humano .....	70
Cuadro 4: Síntesis de riesgo por zonas de exposición a arsénico .....	143
Cuadro 5: Síntesis de porcentaje de efectos reproductivos por zonas de exposición a arsénico .....	144
Cuadro 6: Síntesis de riesgos del análisis espacial en áreas con datos sobre la norma de arsénico en sistemas de agua para consumo.....	145
Cuadro 7: Exposición a arsénico en el agua y enfermedades asociadas.....	167
Cuadro 8: Exposición a arsénico en el agua y síntomas asociados.....	168
Cuadro 9: Exposición a arsénico en el agua y síntomas relacionados a efectos neuro sensoriales ...	169
Cuadro 10: Exposición a arsénico en el agua y síntomas asociados a la Insuficiencia Renal Crónica	170
Cuadro 11: Análisis estratificado del riesgo de enfermedades de los riñones y exposición a arsénico por el consumo de agua.....	174
Cuadro 12: Análisis estratificado del riesgo por Insuficiencia Renal y exposición a arsénico por el consumo de agua.....	179
Cuadro 13: Análisis estratificado del riesgo por presión alta y exposición a arsénico por el consumo de agua .....	182
Cuadro 14: Análisis estratificado del riesgo por diabetes y exposición a arsénico por el consumo de agua .....	185
Cuadro 15: Análisis estratificado del riesgo por anemia y exposición a arsénico por el consumo de agua .....	188
Cuadro 16: Análisis estratificado del riesgo por hipopigmentación y exposición a arsénico por el consumo de agua.....	191
Cuadro 17: Análisis estratificado del riesgo por hiperpigmentación y exposición a arsénico por el consumo de agua.....	194
Cuadro 18: Análisis estratificado del riesgo por queratosis y exposición a arsénico por el consumo de agua .....	196
Cuadro 19: Análisis estratificado del riesgo por disminución de la visión y exposición a arsénico por el consumo de agua.....	199
Cuadro 20: Análisis estratificado del riesgo por depresión y exposición a arsénico por el consumo de agua .....	201
Cuadro 21: Análisis multivariado de enfermedades de los riñones .....	205
Cuadro 22: Análisis multivariado de Insuficiencia Renal .....	208
Cuadro 23: Análisis multivariado de presión alta.....	210
Cuadro 24: Análisis multivariado de diabetes .....	212
Cuadro 25: Análisis multivariado de anemia .....	214
Cuadro 26: Análisis multivariado de hipopigmentación .....	216
Cuadro 27: Análisis multivariado de hiperpigmentación.....	217
Cuadro 28: Análisis multivariado de queratosis .....	218
Cuadro 29: Análisis multivariado de disminución de la visión .....	220
Cuadro 30: Análisis multivariado de depresión .....	222
Cuadro 31: Áreas con exceso de riesgo de Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 del 2003 al 2011 según zona de exposición a arsénico.....	261

Cuadro 32: Áreas con exceso de riesgo de cáncer de riñón CIE-10 C 64 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico .....	265
Cuadro 33: Áreas con exceso de riesgo de cáncer de vejiga CIE-10 C 67 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico .....	269
Cuadro 34: Áreas con exceso de riesgo de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico .....	274
Cuadro 35: Áreas con exceso de riesgo de cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico .....	278
Cuadro 36: Áreas con exceso de riesgo de cáncer de piel CIE-10 C 44 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico .....	283
Cuadro 37: Áreas con porcentajes de abortos mayor al nacional (10,09%) en relación a la cantidad de embarazos de hospitales y áreas de salud de la CCSS según zona de exposición a arsénico del 2009 al 2011 .....	286
Cuadro 38: Áreas con porcentajes de nacidos muertos mayor al nacional (1,88%) en relación al producto del embarazo de hospitales y áreas de salud de la CCSS según zona de exposición a arsénico del 2003 al 2011 .....	289

## SIGLAS

**ACH:** Agua para Consumo Humano

**ARESEP:** Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos

**ASADA:** Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunal

**Ca:** Casos atribuibles

**CCP:** Centro Centroamericano de Población

**CCSS:** Caja Costarricense del Seguro Social

**CE:** Comunidad Expuesta

**CIE-9:** Novena Clasificación Internacional de Enfermedades

**CIE-10:** Décima Clasificación Internacional de Enfermedades

**CNE:** Comunidad No Expuesta

**DE:** Desviación Estándar

**HACRE:** Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico

**IC:** Intervalo de confianza

**ICAA:** Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

**IMC:** Índice de Masa Corporal

**IME:** Índice de Morbilidad Estandarizado por edad

**INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censos

**IR:** Insuficiencia Renal

**IRC:** Insuficiencia Renal Crónica

**ITCR:** Instituto Tecnológico de Costa Rica

**LNA:** Laboratorio Nacional de Aguas

**ND:** No Detectado

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**OR:** Odds Ratio

**OR<sub>MH</sub>**: OR de Mantel y Haenszel

**Pae**: Proporción atribuible expuesta

**PNMCSAP**: Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015

**RME**: Razón de Mortalidad Estandarizada por edad

## RESUMEN

Este trabajo se encuentra constituido por un diseño ecológico, en el cual se efectuó un análisis espacial, temporal y una clasificación del país en las siguientes zonas de exposición: No expuesto (ND), baja ( $\geq 3 \mu\text{g/L}$  y  $\leq 10 \mu\text{g/L}$ ) y mediana a alta ( $\geq 11 \mu\text{g/L}$  y  $\leq 187 \mu\text{g/L}$ ). Se abordó también un diseño transversal, a través de la morbilidad percibida.

En el análisis espacial se encontraron los distritos de Bebedero, Los Chiles, Bagaces y Cañas con el IME en el mayor rango nacional de IRC. Por otra parte, en esas últimas dos áreas así como en El Amparo y La Cruz se observó protección del riesgo de cáncer de piel. En Los Chiles se identificó una tendencia temporal de aumento en el IME de IRC y cáncer de piel, asimismo en esa última enfermedad en Aguas Zarcas. Respecto a la clasificación por zonas de exposición, las áreas no expuestas se protegen de: cáncer de riñón, pulmón y bronquios, vejiga y piel. Las de baja exposición presentan exceso de riesgo de IRC y se protegen de cáncer de piel. De igual forma, las de mediana a alta se protegen de cáncer de vejiga y se mantiene la tendencia de exceso en IRC y protección de cáncer de piel.

En el diseño trasversal, se encontró riesgo en la CE de padecer enfermedades de los riñones, se observó mayor probabilidad en quienes además se exponen a agroquímicos y trabajan en la agricultura. Asimismo, en los hombres expuestos a arsénico aumentó el riesgo de IR y anemia, en las mujeres de disminución de la visión, así como en los grupos etarios menores de 10 años y de 40 a 69 años de hipopigmentación y queratosis respectivamente. Sin embargo, no se encontró riesgo de hiperpigmentación. El análisis multivariado muestra una débil asociación del tiempo de exposición a arsénico con el riesgo de hipertensión. Se encontró la localidad expuesta como factor de riesgo de anemia, diabetes, enfermedades de los riñones, disminución de la visión, hipopigmentación y queratosis principalmente. Por otra parte, no surgió como factor de riesgo de IR, hipertensión, hiperpigmentación ni depresión. En relación a los tipos de cáncer preguntados, no se encontró un porcentaje de casos adecuado, para analizar. **Palabras claves:** agua, arsénico, cáncer, IRC, anemia, diabetes, lesiones en piel.

Villegas, N. (2014). Análisis del riesgo de enfermar asociado a la exposición de arsénico en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano. *Tesis para optar al grado de licenciatura en Salud Ambiental*. San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Director: Dr. Horacio Chamizo García



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Introducción

El agua de origen subterráneo se utiliza frecuentemente en el abastecimiento para consumo humano. Los acuíferos que permiten el almacenamiento del líquido, en algunas ocasiones se encuentran formados por rocas de origen volcánico en las cuales, debido a los procesos hidrogeológicos, podrían existir elementos químicos contaminantes como es el caso del arsénico. La ingesta de éstas sustancias a lo largo del tiempo, constituye una exposición crónica y un problema de salud pública debido a su toxicidad.

Esa situación ha sido evidenciada en múltiples regiones alrededor del mundo. En Costa Rica el Laboratorio Nacional de Aguas ha identificado algunos acueductos con diferentes niveles por encima de 10 µg/L que oscilan hasta 187 µg/L. Por lo anterior, se considera pertinente explorar la situación de salud de la población expuesta a arsénico en relación a los padecimientos con los cuales que se ha vinculado.

En este trabajo se presenta un diseño ecológico, el cual está conformado por un análisis espacial, el cual permite identificar los patrones de distribución de los padecimientos. Otro temporal, que muestra la evolución de los padecimientos en los lugares contaminados a lo largo del tiempo y la clasificación por zonas de exposición permite conocer el riesgo en cada una de ellas. Además se muestra una comparación en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas con San Miguel (no expuesta) en Cañas Guanacaste. Las medidas de asociación se calcularon inicialmente en el análisis simple, donde se conoce la probabilidad de enfermar de la CE, posteriormente a través del análisis estratificado, se controló el efecto de interacción de terceras variables y finalmente se desarrollaron modelos probabilísticos con las variables por cada padecimiento para acercarse con mayor validez a la realidad e identificar cuáles son explicativas como factores de riesgo de enfermar.

Finalmente, el desarrollo de este trabajo fortalece los vínculos interinstitucionales, contribuye la transferencia de conocimiento y muestra la relación así como la utilidad de la epidemiología ambiental con el ámbito profesional de la Salud Ambiental.

## 1.2. Planteamiento del problema

La ingesta diaria de agua por persona implica la importancia de mantener los mejores niveles posibles de continuidad, cantidad y calidad en el servicio, tomando como referencia los aspectos microbiológicos, químicos, de aceptabilidad y radiológicos establecidos en las *Guías de Calidad del agua potable* de la Organización Mundial de la Salud (OMS), con la finalidad de garantizar a la población seguridad al consumir el líquido.

La alteración en la calidad del agua condiciona problemas de salud para las personas en contacto con el líquido contaminado. Existen múltiples causas tanto antropogénicas como naturales que interactúan en este proceso. En relación a las fuentes de contaminación natural, las aguas subterráneas frecuentemente utilizadas para el abastecimiento podrían contener metales pesados; lo cual es un problema para la salud de las poblaciones expuestas debido a los efectos tóxicos de éstos.

Los metales pesados son componentes naturales de la corteza terrestre y su toxicidad en las personas se produce mediante la formación de complejos al unirse con compuestos celulares que contienen oxígeno, azufre o nitrógeno; dichos complejos pueden inactivar enzimas o modificar estructuras críticas proteicas, lo que conduce a la alteración de la función celular. Dentro de los sistemas comúnmente afectados están el nervioso central, periférico, gastrointestinal, cardiovascular, hematopoyético y renal (Ibrahim, Froberg, Wolf, & Rusyniak, 2006).

Específicamente el arsénico (As) “es un elemento semi-metálico ampliamente distribuido, el cual está presente en varios componentes de la corteza terrestre y es considerado uno de los peligros más significativos en el ambiente” (Tapio & Grosche, 2006).

El arsénico se puede encontrar de forma orgánica e inorgánica, con respecto a la escala de toxicidad del arsénico *The National Academy of Sciences* en 1999 establece que ésta decrece en el siguiente orden: “arsina >  $As^{+3}$  inorgánico >  $As^{+3}$  orgánico >  $As^{+5}$  inorgánico >  $As^{+5}$  orgánico > compuestos arsenicales y arsénico elemental”, así como que la toxicidad del  $As^{+3}$  es 10 veces mayor que la del arsénico<sup>+5</sup> (Castro de Esparza, 2004).

El arsénico está presente en forma natural en las aguas subterráneas, por su toxicidad para los seres humanos constituye una problemática de salud pública a nivel mundial. En

múltiples países se registran estudios de poblaciones enfermas por el consumo de agua contaminada con arsénico.

Respecto a un meta- análisis sobre los efectos en la salud por exposición crónica a arsénico, los autores mencionan los siguientes lugares con ocurrencia natural de arsénico mayor a 10 µg/L en aguas subterráneas en Estados Unidos: California, Alaska, Arizona, Indiana, Idaho, Nevada, Washington, Missouri, Ohio, Wisconsin y Nueva Hampshire. De igual, forma menciona otros sitios tales como: Canadá, Argentina, México, Chile, Taiwán, China, Japón, sur de Tailandia, Ghana, Hungría y Finlandia. Consideran que la peor situación se ha dado en Bengala Occidental, India y Bangladesh, de forma similar en Cambodia y Vietnam (Kapaj, Peterson, Liber, & Bhattacharya, 2006). Cuando se menciona sobre estos autores se refieren al arsénico inorgánico total.

Uno de los lugares donde se reporta la mayor contaminación y afectación por esta situación es Bangladesh, en las décadas de 1970 y 1980 se instalaron pozos de tubo y unas décadas después se notó que las fuentes estaban contaminadas con arsénico. En relación a la población afectada se estima 25 a 35 millones de personas expuestas con valores por encima de 50 µg/L, mientras que los expuestos a más de 10 µg/L son de 50 a 60 millones de personas (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

Estudios que permiten comprender la situación de ese país muestran que en el año 2001, se analizaron 34 000 pozos de tubo manuales de los 64 distritos y en 50 de ellos se encontraron niveles iguales o mayores a 50 µg/L de arsénico. Específicamente, en el área de Ramganj, el 40% de los pozos contenían 300 µg/L ó más de arsénico, la forma inorgánica es la que se ha encontrado comúnmente (Chakraborti, y otros, 2002).

Respecto al origen de la sustancia en América Latina, se menciona que:

La presencia natural de arsénico en aguas superficiales y subterráneas está asociada al volcanismo terciario y cuaternario desarrollado en la Cordillera de Los Andes, proceso que aún continúa y que se muestra en flujos de lava, géiseres, fumarolas, aguas termales y fenómenos geotérmicos relacionados con el volcanismo circumpacífico del llamado “Círculo de fuego del Pacífico” (Castro de Esparza, 2004).

En relación a lo citado anteriormente, se muestra la dimensión del problema a nivel regional, lo cual constituye un elemento relevante para tomar en consideración sobre los problemas de salud comunes en esas áreas. En América Latina el estudio de los efectos por la contaminación con arsénico han sido menos estudiados, a pesar de que aproximadamente

cuatro millones de personas dependen del agua con esa característica; como es el caso en algunos sitios en Argentina, Bolivia, Chile, México y Perú (Bundschuh, García, Birkle, Cumbal, Brattacharya, & Matschullat, 2009).

Argentina es uno de los países con mayor afectación. Se considera que el arsénico de las aguas subterráneas en una parte de la llanura Chaco-pampeana es principalmente de concentración ambiental y las variaciones del contaminante se deben a factores hidrogeológicos e hidrogeoquímicos (Bundschuh, y otros, 2009).

En el sur de América se emplea el concepto de Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE) el cual definen como “la enfermedad caracterizada por lesiones en la piel y alteraciones sistémicas cancerosas y no cancerosas, luego de un período variable de exposición a concentraciones mayores a 10 ppb en el agua de consumo diario (bebida y preparación de alimentos)” (Comisión Nacional de Programas de Investigación Sanitaria [CONAPRIS], Unidad de Investigación y Desarrollo Ambiental, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación [InIDA], Asociación Toxicológica Argentina [ATA], 2006).

En Chile, la problemática debido a la exposición a arsénico por el consumo de agua es importante, en ese país se instaló la primera planta de remoción del contaminante en 1970, lo cual permitió reducir las concentraciones en Antofagasta hasta un promedio de 40 µg/L (Bundschuh, y otros, 2009).

México, constituye otro de los países donde se han encontrado elevadas concentraciones de arsénico en aguas subterráneas. Las regiones afectadas incluyen estados del sur de Baja California, Chihuahua, Durango, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguas Calientes, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla y Sonora. Se considera que la contaminación en ese país también es causada por actividades mineras (Bundschuh, y otros, 2009).

Respecto a Centroamérica, Nicaragua es el país en el cual se ha efectuado la mayor investigación en el tema. En el 2004, se identificaron seis comunidades contaminadas y se estiman 1270 personas afectadas en: Cerro Mina de Agua (Municipio de Villanueva), El Charco, Santa Rosa del Peñón, La Cruz de la India y Las Pilas (Municipio de Santa Rosa del Peñón) y Kinuma (Municipio La Libertad). Se encontró contaminación en 22 de los 77 puntos muestreados y los valores oscilaron entre 10,40 µg/L hasta 106,70 µg/L y la forma predominante fue el arsénico pentavalente ( $As^{+5}$ ) respecto al arsénico trivalente ( $As^{+3}$ ) (Barragne, 2004).

En 1996 al norte de ese país, en la comunidad de El Zapote se diagnosticó el primer caso centroamericano de Arsenicismo, en ese lugar se encontraron 71 habitantes con lesiones cutáneas características de la intoxicación crónica por arsénico. Estas personas estuvieron expuestas durante dos años (1994-1996) a agua de un pozo artesiano público con 1320 µg/L de arsénico, posteriormente las fuentes que utilizaron contenían de 45 µg/L a 66 µg/L de arsénico (Gómez, 2002).

En el estudio de seguimiento clínico que se realizó en la comunidad antes mencionada, encontraron correlaciones con cifras significativas altas principalmente de queratosis e hiperpigmentación propias del arsenicismo crónico; asimismo de edema en miembros inferiores, ardor ocular, manifestaciones respiratorias, entre otras y también observaron baja prevalencia de anemia (Gómez, 2002).

En Costa Rica se han realizado pocas investigaciones respecto a la contaminación por arsénico y la mayor parte de éstas se enfocaron en determinar las concentraciones.

En 1995, se presentó un proyecto final de graduación en la Universidad de Costa Rica, sobre un método Voltamperométrico por medio de la técnica de despojo catódico con pulso diferencial, para determinar arsénico en muestras de agua potable. El límite de detección de arsénico (III) fue 2,4 µg/L y el de cuantificación 7,8 µg/L. Respecto a la determinación de arsénico total, logró un límite de detección de 3,0 µg/L y un límite de cuantificación de 10,0 µg/L. El autor aplicó la metodología a 15 muestras de agua potable de Santa Bárbara de Heredia, en donde obtuvo dos muestras con resultados detectables de arsénico (III), arsénico (V) y arsénico total. Solamente en una de ellas logró cuantificar un valor de 11 +-1 µg/L de arsénico total (Salgado, 1995).

En 1997, en la institución mencionada anteriormente se presentó otro Trabajo Final de Graduación, donde se analizaron 19 muestras de agua potable utilizando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica con generación de hidruros. El límite de detección de arsénico inorgánico total fue 0,7 µg/L, el de cuantificación fue 2 µg/L y no se encontraron valores superiores al detectable (Rodríguez, 1997).

Finalmente, en relación a los procedimientos, se realizó una validación de la metodología analítica para cuantificar arsénico en agua potable con el método de absorción atómica por generación de hidruros (Silva, 2008).

Sobre la calidad del agua en la provincia de Cartago, investigadores del Instituto Tecnológico de Costa Rica, efectuaron un estudio en el cual analizaron concentraciones de arsénico en 59 nacientes municipales, ubicadas en el cantón de Cartago, Oreamuno, Paraíso y Alvarado. De acuerdo con los resultados obtenidos, no se encontraron datos de arsénico (III) que superaran el límite de cuantificación del método empleado (5 µg/L). Por su parte, el límite de detección utilizado fue 1,4 µg/L y se menciona que encontraron muestras por encima de ese valor (Montero, Quesada, Ledezma, & Sandoval, 2010).

En el 2009, se presentó una tesis de maestría denominada *Arsenic in geothermal waters of Costa Rica*, del *Royal Institute of Technology*, en la cual se analizaron las concentraciones de arsénico alrededor de las áreas volcánicas de Miravalles y el Rincón de la Vieja. Se incluyeron Pozos geotermales (utilizadas para la generación de energía) donde encontraron valores altos de 11,86 mg/L – 29,13 mg/L, en aguas termales los resultados fueron de 0,0052 mg/L–4,56 mg/L y en aguas superficiales frías los datos encontrados oscilan 0,0052 mg/L–0,065 mg/L (Hammarlund & Piñones, 2009).

En el 2011, se presentó una tesis de maestría en el Posgrado de Química de la Universidad de Costa Rica, sobre una metodología para la extracción secuencial de arsénico en muestras de suelo y su posterior cuantificación por medio de la técnica de espectrofotometría de absorción atómica con generación de hidruros. Se analizaron 48 muestras de suelos en los siguientes lugares: Sabana Redonda en Poás de Alajuela, Parque Nacional Volcán Poás, Fraijanes y Carrillos Alto de Alajuela, Cartago, Paraíso, Birrisito, Ujarrás y Calle Loaiza de Cartago, Juan Viñas, Santa Rosa y Grano de Oro en Turrialba, Parque Nacional Volcán Irazú y Parque Nacional Tapantí en Orosi. Los contenidos de arsénico inorgánico total detectados oscilan entre 1,19 mg/Kg hasta 44 mg/Kg. La mayor concentración se registró en la finca “Beneficio Grano de Oro” en Turrialba (Fernández, 2011).

Parte de las conclusiones de la investigación mencionada anteriormente, es que no se logró establecer una correlación directa entre el contenido de arsénico propio de las características geológicas del suelo y la cantidad que podría provenir por la aplicación de arseniato de plomo (Fernández, 2011).

En relación a la legislación sobre los datos presentados previamente, en el país se tiene una propuesta de *Reglamento sobre concentraciones máximas permisibles de sustancias contaminantes en suelos*, en el artículo 8 se mencionan los valores permisibles según el tipo de actividad productiva: agrícola (35 mg/Kg), residencial (55 mg/Kg) e industrial (150mg/Kg) (Propuesta Reglamento sobre concentraciones máximas permisibles de sustancias contaminantes en suelos, 2010)

Respecto a la normativa vigente sobre el agua de consumo, en el Decreto Ejecutivo N°32327 *Reglamento para la Calidad del Agua Potable*, en el artículo 6,3 se menciona al arsénico como sustancia de análisis de nivel 3 correspondiente al programa de control avanzado del agua potable y en el cuadro 3 del anexo 1 se establece como valor máximo admisible de arsénico 0,01 mg/L, ó lo que es lo mismo, 10 µg/L.

En el Informe del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) *Calidad del agua en sus diferentes usos en Guanacaste-Costa Rica*, se menciona la presencia de algunas fuentes de contaminación natural con Hierro, Manganeso y arsénico (Mora & Portuguez, 2011).

Estudios epidemiológicos a nivel internacional han evidenciado correlaciones de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada con arsénico, no obstante, en el país aún no se ha investigado al respecto. Debido a las concentraciones de la sustancia encontradas por encima de la norma en algunos sistemas de abastecimiento, se considera necesario el estudio de la situación de exposición crónica y el riesgo de enfermar asociado.

En relación a los antecedentes mencionados previamente, para lograr indagar en el problema de estudio, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es la situación en Costa Rica sobre la presencia de arsénico en el agua para consumo humano?

¿Cuál es el nivel de exposición a arsénico en el agua para consumo humano en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas, en Cañas Guanacaste?

¿Cuáles son los problemas de salud asociados a las personas expuestas al consumo de agua con presencia de arsénico en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas, en Cañas Guanacaste?

### **1.3. Objetivos**

Objetivo general:

Analizar el riesgo de enfermar asociado a la exposición de arsénico en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano para el control de la contaminación y la afectación a la salud.

Objetivos Específicos:

1. Explorar la asociación entre la presencia de arsénico en el agua para consumo humano y el riesgo de enfermar en Costa Rica.
2. Analizar el riesgo de enfermar asociado a la presencia de arsénico en el agua para consumo en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas en comparación con la comunidad de San Miguel en Cañas, Guanacaste.



#### 1.4. Justificación

Costa Rica es parte del grupo de países comprometidos en alcanzar los indicadores y metas propuestos en los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio planteados para cumplir al 2015. Este trabajo aporta elementos que podrían contribuir con el objetivo siete de *Garantizar la sostenibilidad del medio Ambiente* y específicamente se enmarca dentro de la meta de *Reducir a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable* así como en el indicador de *Proporción de la población que utiliza fuentes de abastecimiento de agua potable mejoradas* (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, s.f).

La elaboración de este trabajo pretende brindar una aproximación epidemiológica inicial asociada a la contaminación natural del agua con arsénico, de manera que sirva como insumo a las autoridades de salud y entidades relacionadas, para la toma de decisiones en beneficio de la salud de la población expuesta. Se espera conocer el perfil epidemiológico del país de algunos padecimientos asociados a la exposición así como el riesgo de enfermar en una comunidad expuesta en comparación con otra no expuesta.

El aporte que se espera dar a la sociedad es contribuir con información sobre la situación existente en el país de contaminación natural por arsénico en el agua de consumo y el riesgo de enfermar asociado. Para la comunidad elegida, el aporte que se espera brindar es indirecto, por medio es la transferencia de información como insumo a las entidades competentes, para que sea utilizada como criterio en la toma de decisiones.

Para el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) el presente trabajo constituye un elemento que podría ser utilizado para desarrollar acciones enfocadas a la gestión de la calidad del agua, tomando como criterio la salud de la población.

Según se establece en la Ley N° 2726 *Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados* artículo 2 inciso d, le corresponde a esta institución “asesorar a los demás organismos del Estado y coordinar las actividades públicas y privadas en todos los asuntos relativos al establecimiento de acueductos y alcantarillados y control de la contaminación de los recursos de agua”.

El presente trabajo también contribuye a cumplir con el *Plan Estratégico Institucional 2007-2015* del ICAA, en el capítulo III de *Indicadores y metas en agua potable y aguas residuales*, específicamente en la sección 3.1 *Agua para Consumo Humano y agua potable* se menciona el *Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015 (PNMSCSAP)* del cual dos componentes se relacionan con lo que se desarrolló en el presente trabajo: la Vigilancia y control de la calidad del agua y Evaluación de riesgo Sanitario de los acueductos (grado de vulnerabilidad) (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, s.f).

En el documento mencionado anteriormente, respecto al *Marco Estratégico* específicamente en la sección 2.4 *Políticas*, se plantean los lineamientos de la actividad institucional y se destacan las siguientes políticas de interés asociadas a la realización de este trabajo: *Servicios de calidad y Gestión del Riesgo e Investigación y Tecnología* (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, s.f).

Por su parte, el Laboratorio Nacional de Aguas de acuerdo a lo establecido en el artículo 2 del Decreto Ejecutivo N° 26066-S *Designa Laboratorio Central de AyA Como Laboratorio Nacional de Aguas*, con lo cual se constituye como el centro de referencia nacional para las determinaciones físico químicas y biológicas del agua.

Esa institución desarrolla sus acciones en torno al *PNMSCSAP*. Por tanto, trabaja entre otras cosas para la vigilancia de la calidad del agua y la Evaluación del riesgo sanitario (Mora, s.f). El presente trabajo le beneficia al Laboratorio Nacional de Aguas al conocer posibles efectos a la salud de las personas asociadas al agua de consumo contaminada con arsénico y facilita información de criterio para implementar acciones pertinentes.

Al Ministerio de Salud se le pretende ofrecer un primer avance en la información de morbilidad asociada al consumo de agua contaminada por arsénico a nivel nacional y de la comunidad expuesta en comparación con la no expuesta. Lo anterior es importante para esta institución, por lo establecido en el artículo 268 de la *Ley N° 5395 General de Salud* en donde se establece que: “Todo abasto de agua potable, sin excepción, queda sujeto al control del Ministerio” y le otorga autoridad para intervenirlo en caso de peligro para la salud.

La Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS), constituye otra institución que se podría beneficiar con la realización de esta investigación, debido a que ésta entidad podría fortalecer y enfocar su atención, considerando (especialmente áreas con exceso de riesgo)

en relación a los síntomas y enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada por arsénico.

Este trabajo de igual forma podría ser de interés para la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) debido a que dicha entidad, fiscaliza los servicios de acueducto y alcantarillado brindados por el ICAA.

Se pretende beneficiar a la Universidad de Costa Rica, por medio del aporte en el conocimiento y liderazgo en el tema estudiado, por la contribución a la investigación en el área de la Salud Ambiental, en una problemática actual y de interés nacional. La Escuela de Tecnologías en Salud se beneficia con este trabajo por medio del fortalecimiento del vínculo de cooperación con instituciones estatales como el Laboratorio Nacional de Aguas. Del mismo modo, podría ser un insumo de consulta para estudiantes y docentes.

Finalmente, de acuerdo a los elementos mencionados previamente se considera la necesidad de profundizar y continuar la investigación de riesgos de la población en relación a la exposición crónica por contaminación del consumo de agua.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

Este capítulo se encuentra conformado inicialmente por algunos elementos que permiten comprender la manera en que se concibe la Salud Ambiental, se aborda el tema de agua para consumo humano (ACH), la calidad del agua y específicamente la problemática de contaminación por arsénico. A partir de ella, se explica la exposición de las personas y se toman en consideración las características propias relacionadas con la susceptibilidad a enfermar.

Posteriormente, se plantean hallazgos sobre los efectos en la salud asociados con la ingesta de agua con arsénico. Asimismo, se incluye la gestión del ACH relacionada a la calidad química y finalmente se presenta una síntesis, en la que por cada objetivo específico se plantean las variables e indicadores involucrados.

#### 2.1. Salud Ambiental

El término de salud, ha sido planteado idealmente por la OMS como un estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades (Organización Mundial de la Salud, 2006). No obstante, es necesario considerar los determinantes sociales de la salud, los cuales se refieren a “las circunstancias en que las personas nacen, crecen viven, trabajan y envejecen, incluido el sistema de salud”. Lo cual hace referencia a la distribución de los recursos y por ende a las políticas implementadas (Organización Mundial de la Salud, s.f).

Por su parte, a nivel de la legislación nacional en el artículo 1 de la Ley N° 7554 Ley Orgánica del Ambiente, éste se define como “el sistema constituido por los diferentes elementos naturales que lo integran y sus interacciones e interrelaciones con el ser humano”. Además, en relación a la integración de los conceptos, se menciona en el artículo 25 que “se adoptarán las medidas para que los programas de salud pública dirigidos a la población coincidan con los dirigidos al ambiente humano, para lograr una mejor salud integral”.

La Salud Ambiental según señala Frumkin, editor del libro *Salud Ambiental de lo global a lo local* “es muchas cosas: un campo académico interdisciplinario, un área de investigación y un terreno de práctica para la salud pública aplicada” (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

Asimismo, en ese libro se menciona la definición empleada por la OMS la cual plantea que:

La Salud ambiental comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluyendo la calidad de vida, que son determinados por factores físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales en el ambiente. También se refiere a la teoría y la práctica de la evaluación, corrección, control y prevención de los factores ambientales que pueden afectar negativamente la salud de generaciones presentes y futuras (citado por Organización Panamericana de la Salud, 2010)

Este trabajo se aborda, principalmente, desde la epidemiología ambiental, la cual “estudia los agentes a que grandes cantidades de gente se exponen de manera involuntaria” (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

## **2.2. Agua para consumo humano**

Según se menciona en las *Guías para la Calidad del Agua Potable*, el agua de consumo inocua (agua potable), no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Es por esa razón que el ACH se considera un elemento ambiental vital, del que debe asegurarse su continuidad, calidad y cantidad requerida por la población.

### **2.3. Arsénico como contaminante del agua**

La presencia de este contaminante en el agua se debe a la “disolución de minerales, la erosión y desintegración de rocas y por deposición atmosférica”. En el agua subterránea predomina el arsénico en su forma reducida (Castro de Esparza, 2004).

No obstante, la contaminación también se asocia con fuentes antropogénicas, por su uso en la industria, minería, procesamiento del metal, pesticidas y fertilizantes (Kapaj, y otros, 2006).

El arsénico inorgánico, de origen geológico se puede encontrar en el agua subterránea la cual es utilizada para consumo humano en diversas partes del mundo. Mientras que los compuestos orgánicos se pueden encontrar principalmente en animales marinos (Organización Mundial de la Salud, 2001).

Se debe tener presente que el arsénico puede estar presente en más de 200 especies minerales, la más común es la arsenopirita y las tres principales formas de biotransformación de ésta sustancia en el ambiente son: transformación redox entre arsenito y arsenato, la reducción y metilación y la biosíntesis de compuestos arsénicos orgánicos (Organización Mundial de la Salud, 2001).

### **2.4. Exposición a arsénico**

Esta sustancia es posible encontrarla de forma natural en el ambiente tanto en suelo, aire, agua, plantas y animales. La principal vía de exposición es la ingestión, puede ser de agua o alimentos contaminados, como mariscos. Sin embargo, también podría darse por otros medios, como insecticidas, herbicidas, aditivos alimenticios, preservantes de madera, medicamentos y venenos (Mandal & Suzuki, 2002).

La inhalación es otra de las vías de entrada del arsénico, existen ambientes laborales mayormente expuestos como es el caso de la minería de cobre, oro, uranio y estaño (Tapio & Grosche, 2006).

En un estudio realizado sobre trabajadores dedicados a la fundición de cobre, encontraron que quienes tenían una alta exposición por inhalación a arsénico  $0,0297 \text{ mg/m}^3$  y altas concentraciones de arsénico en orina  $58,9 \text{ } \mu\text{g/L}$  presentaron síntomas neurológicos

subjetivos y resultados neurofisiológicos anormales en pruebas relacionadas con la visión y el sistema nervioso periférico (Halatek, Sinczuk-Walczak, Rabieh, & Wasowicz, 2009).

Lo que ocurre cuando se presenta la ingestión de formas solubles de arsénico es la absorción por el tracto gastrointestinal a la sangre y éstas se entregan a través del hígado a diferentes órganos y tejidos. La concentración de arsénico en sangre decrece a niveles normales en pocas horas. Después de ser metabolizado, la mayoría de arsénico es excretado del cuerpo usualmente en formas dimetilicas de arsénico a través de la orina en días (Tapio & Grosche, 2006).

En un estudio realizado en Pakistán, el distrito de Khairpur, el mismo se clasificó en áreas con *baja*, *media* y *alta* contaminación basada en las concentraciones de arsénico registradas y la proporción de pozos afectados en cada una. Los criterios de clasificación que se emplearon fueron: *Baja*: los que no presentaban (0%) fuentes de agua con concentración  $\geq 100 \mu\text{g/L}$  de arsénico, *Media*: los que presentaban de 0,01 % a 59,9% fuentes de agua con concentración  $\geq 100 \mu\text{g/L}$  de arsénico y *Alta*: los que presentaban  $\geq$  al 60% de las fuentes de agua con concentración  $\geq 100 \mu\text{g/L}$  de arsénico (Fatmi, y otros, 2009).

Se obtuvo como resultado que aproximadamente el 10 % de personas mayores de 15 años, estaban tomando agua con niveles de arsénico entre  $10 \mu\text{g/L}$  y  $49 \mu\text{g/L}$ , 2%  $\geq 50 \mu\text{g/L}$  y el 1 %  $\geq 100 \mu\text{g/L}$ . Asimismo, la prevalencia de casos de lesiones en piel definidos (arsenicosis) fue de 3,4 por cada mil personas y se encontró un aumento de éstas en función del incremento en los niveles de arsénico en el agua de consumo y de los niveles detectados en la orina (Fatmi, y otros, 2009).

En el 2003 se realizó una investigación de casos y controles, en la cual tomaron datos de personas afectadas con lesiones en piel por el consumo de agua con arsénico inorgánico, de una encuesta realizada del 1995 – 1996 en un distrito rural al sur de Calcuta. Se basó en personas de 21 pueblos que tenían al menos 20 años de exposición a concentraciones menores de  $500 \mu\text{g/L}$  de arsénico, con el fin de estudiar la dosis - respuesta en la aparición de lesiones en la piel por el contaminante (Haque, y otros, 2003).

Obtuvieron como resultados, en las personas expuestas a los valores más elevados un aumento del riesgo de padecer lesiones en piel de 2,5 veces (en un rango de consumo de  $50 \mu\text{g/L}$  -  $99 \mu\text{g/L}$ ) y hasta 29,4 veces (en un rango de consumo de  $\geq 300 \mu\text{g/L}$ ), tomando como grupo de referencia los expuestos a menos de  $50 \mu\text{g/L}$ . Asimismo, dentro de las conclusiones

obtuvieron que el menor pico de exposición por la ingesta de agua en el cual confirmaron un caso de lesiones en la piel fue 115 µg/L (Haque, y otros, 2003).

## **2.5. Susceptibilidad a enfermar en la relación arsénico – salud**

En el proceso salud-enfermedad existen características de las personas que aumentan la probabilidad de padecer afecciones a la salud.

Según se menciona en Argentina sobre el HACRE, los grupos con susceptibilidad a enfermar por la toxicidad a la sustancia son los siguientes: los niños, porque en situaciones similares de exposición en relación a adultos la dosis será más elevada, las mujeres embarazadas o en período de lactancia, debido a la afectación en la reproducción y desarrollo, las personas con deficiencia nutricional por tener menor capacidad para metabolizar el arsénico y quienes tienen enfermedades preexistentes principalmente hepáticas y renales, ya que esos son los órganos encargados de la detoxificación así como los más afectados (CONAPRIS, y otros, 2006).

Respecto a la afectación en adultos mayores, en una investigación realizada en Taiwán en un área endémica, sobre la relación del consumo de agua contaminada por arsénico y el cáncer de piel, no se encontraron casos en menores de 20 años, sin embargo se reporta un marcado incremento con la edad, excepto en la mujeres mayores de 70 años. El 10 % de la población mayor de 60 años fue afectada por el cáncer de piel. Los hombres tuvieron una mayor relación en todos los grupos de edades superior a los 30 años con el padecimiento de la enfermedad (Tseng W.-P. , 1977).

En Bangladesh y Bengala Occidental se mostró que normalmente los menores de 11 años, no muestran lesiones en la piel. Sin embargo, se analizaron muestras de cabello y uñas de 1500 niños los cuales mostraron elevados niveles en el 90 % de los casos. Consideran que podría ser solo cuestión de tiempo para las manifestaciones de síntomas externos (Chakraborti, y otros, 2002).

En una investigación realizada en Chile sobre mortalidad de cáncer de hígado en niños, se consideró la hepatitis B como una posible causa del aumento de riesgo del carcinoma hepatocelular, no obstante, al notar el marcado aumento de riesgo de morir por cáncer de hígado en ambos sexos durante los años de mayor exposición y la posterior disminución al



final del período de alta exposición, se sugirió que el arsénico en el agua tenía una mayor explicación como causa del cáncer (Liaw, Marshall, Yuan, Ferreccio, Steinmaus, & Smith, 2008).

Respecto al sexo, la incidencia de enfermedades periféricas vasculares, tos y cáncer de piel asociado por arsénico parecen ser mayor en los hombres. Por otro lado las neoplasias de riñón y pulmón son dominantes en las mujeres. Las razones de diferencia no se conocen; sin embargo se considera que podrían estar relacionadas a factores bioquímicos y confusores como el fumado, consumo de alcohol, exposición al sol y ambientes ocupaciones de trabajo manual pesado (Tapio & Grosche, 2006).

Respecto a la nutrición, en un estudio sobre el factor nutricional y la susceptibilidad de padecer lesiones en la piel (cambios en la pigmentación y queratosis), se sugiere que baja fibra vegetal, bajo calcio, bajo folato y baja proteína animal juegan un rol en el incremento del riesgo de lesiones en piel en personas expuestas al consumo de agua contaminada con arsénico. Los resultados apoyan aproximadamente el doble riesgo de esos padecimientos por la baja ingesta de los nutrientes antes mencionados (Mitra, y otros, 2004).

En relación a lo anterior, en el distrito de Khairpur, en Pakistán encontraron que los individuos con un Índice de Masa Corporal (IMC) menor a 18,5 kg/m<sup>2</sup> son 2,5 veces más propensos a tener lesiones en piel, comparado con los que tienen un IMC mayor o igual a 18,5 kg/m<sup>2</sup>. (Fatmi, y otros, 2009).

Respecto al riesgo de cáncer de pulmón asociado a la exposición a arsénico y el fumado, se realizó un estudio en el cual se siguieron un total de 10 591 personas de áreas contaminadas de Taiwán durante 8 años, divididas en dos cohortes, 2503 del suroeste y 8808 del noreste de ese lugar, con la finalidad de conocer la dosis-respuesta del consumo de agua con arsénico, el riesgo de padecer cáncer de pulmón y evaluar el efecto del fumado. Los rangos de exposición fueron los siguientes: < 10 µg/L, 10 µg/L – 99,99 µg/L, 100 µg/L-200,99 µg/L, 300 µg/L – 699,99 µg/L y ≥ 700 µg/L. Los autores encontraron en el análisis multivariado un aumento del riesgo de la incidencia de cáncer de pulmón según la exposición a arsénico en el agua de consumo (Chen, y otros, 2004).

La misma tendencia observaron en el riesgo de desarrollar la enfermedad en relación a los paquetes-años fumados, respecto al aumento de en los niveles de exposición a arsénico. Observaron en quienes estaban expuestos a ≥ 700 µg/L y tenían ≥ 25 paquetes-años

fumados, que la fracción etiológica de cáncer de pulmón asociada fue 55%, es decir que ese porcentaje de casos se debe a esas circunstancias (Chen, y otros, 2004).

En síntesis, se considera importante considerar las características de las personas que podrían hacerlas más susceptibles a enfermarse en relación al consumo de agua con arsénico como la edad (niños y adultos mayores), el estado nutricional, el hábito del fumado, la ocupación, la exposición a agroquímicos, las bebidas alcohólicas y el sexo.

## **2.6. Efectos a la salud asociados al consumo de agua contaminada con arsénico**

En el estudio bibliográfico realizado en el 2006 se menciona que *The National Research Council* ha confirmado que los efectos crónicos de la exposición de arsénico vía consumo de agua incluyen lesiones en la piel, como hiperpigmentación y síntomas respiratorios como tos y bronquitis. Los sistemas cardiovasculares, gastrointestinales y urinarios son los más afectados en humanos (Kapaj, y otros, 2006).

Los autores mencionan respecto a la terminología que Arsenicosis se denomina a la enfermedad crónica que resulta de la ingesta de agua con altos niveles de arsénico por un período largo de tiempo. Esto es conocido comúnmente como intoxicación por arsénico. El término arsenicismo se refiere a una condición de enfermedad causada por una lenta intoxicación con arsénico (Kapaj, y otros, 2006).

De acuerdo al *Bangladesh Centre for Advanced Studies*, (1997) se reconocieron cuatro etapas del arsenicismo:

1. Pre clínico: no muestran síntomas, pero el arsénico puede detectarse en muestras de tejido y orina.
2. Clínico: etapa con efectos en la piel. Oscurecimiento de la piel (melanosis) comúnmente en la palma de la mano. También se pueden presentar manchas oscuras en el pecho, espalda, miembros y encías. Un síntoma más serio es la queratosis o endurecimiento de la piel en forma de nódulos sobre las palmas y las plantas de las manos y los pies.
3. Complicaciones: síntomas clínicos más pronunciados y afectación de los órganos internos. Estudios han reportado dilatación del hígado, los riñones y el bazo. También hay información de vinculación en esta etapa con conjuntivitis, bronquitis y diabetes.

4. Malignidad: desarrollo de tumores o cánceres que afectan la piel u otros órganos. En esta etapa, la persona afectada puede desarrollar gangrena o cáncer de piel, pulmón o vejiga (citado por Castro de Esparza, 2004).

Cuando ocurre el ingreso del arsénico inorgánico al torrente sanguíneo, de acuerdo con *Environmental Health Directorate of Health Canada* (1992) “éste se enlaza a la hemoglobina y en 24 horas puede encontrarse en el hígado, riñones, pulmones, bazo y piel”. De igual forma, se menciona que los órganos blanco son los músculos, huesos y la piel, éste último principalmente debido a la afinidad de reacción con las proteínas (citado por Castro de Esparza, 2004).

Respecto a la mortalidad, en seis condados de Michigan se realizó un estudio ecológico en el cual se asocia la Razón de mortalidad estandarizada con el arsénico en el agua de consumo. Las enfermedades se clasificaron según la novena Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-9). La población tenía una exposición a arsénico que oscilaba en un rango de 10 µg/L a 100 µg/L, con un promedio ponderado poblacional de 11 µg/L y encontraron un exceso de riesgo en la mortalidad causada por: todas las enfermedades del sistemas circulatorio, (CIE-9 390–459), enfermedades cerebro vasculares (CIE-9 430–438), diabetes mellitus (CIE-9 250), y enfermedades de los riñones (CIE-9 580–589) (Meliker, Wahl, Cameron, & Nriagu, 2007).

### **2.6.1. Efectos no carcinogénicos**

La OMS en el artículo *Towards an Assessment of the Socioeconomic Impact of Arsenic Poisoning in Bangladesh* cita un reporte del *National Research Council* (1999), el cual menciona que la exposición a arsénico interfiere con la acción de enzimas, acciones esenciales, eventos de la transcripción en las células en el cuerpo y multitud de efectos no carcinogénicos que podría derivarse de ellos (Organización Mundial de la Salud, 2000).

De igual forma se ha asociado la enfermedad perivascular en China, también llamada pie negro, lo cual resulta en gangrenas en las extremidades y usualmente ocurre en conjunto con lesiones de la piel, así como otros problemas cardiovasculares como la hipertensión y la enfermedad isquémica del corazón. Asimismo, se destacan otras investigaciones sobre

engrandecimiento del hígado y fibrosis no cirrótica portal, efectos pulmonares, anemia, diabetes mellitus y queratosis (Organización Mundial de la Salud, 2000).

Las enfermedades cardiovasculares y neuropáticas también están ligadas al consumo de arsénico y éste es capaz de suprimir la regulación hormonal. Del mismo modo, el coeficiente intelectual verbal y la memoria a largo plazo también pueden ser afectadas (Kapaj, y otros, 2006).

#### **2.6.1.1. Lesiones en la piel**

Las anormalidades en piel como cambios en la pigmentación y queratosis, son históricamente conocidos por ser un signo de la exposición crónica a arsénico, las cuales son principalmente observadas cinco o diez años después de haber iniciado la exposición (Guha Mazumder, y otros, 1998).

Se plantea que para que se dé la manifestación de estos padecimientos, existen cuatro factores determinantes a saber: la concentración de arsénico en el agua de consumo, el período de exposición, el volumen de la ingesta diaria y el estado nutricional (Chakraborti, y otros, 2002).

La hiperpigmentación se caracteriza por manchas descoloridas en forma de gota de lluvia, difusas manchas café oscuras, o difuso oscurecimiento de la piel en las extremidades (Guha Mazumder, y otros, 1988). Por su parte, de acuerdo a lo mencionado por la OMS, la hipopigmentación se refiere a manchas blancas en la piel (Organización Mundial de la Salud, 2000).

Respecto a la queratosis simple, por lo general aparece como un engrosamiento bilateral de las palmas y las plantas, mientras que en la queratosis nodular, aparecen pequeñas protuberancias en las palmas y las plantas, con o sin nódulos en el dorso de las manos, los pies o las piernas (Guha Mazumder, y otros, 1998).

Desde 1913 Goyenechea y Pusso, relacionaron las patologías observadas en Córdoba Argentina, al consumo de agua con arsénico. Posteriormente en 1917 Ayerza la denominó arsenicismo regional endémico (CONAPRIS, y otros, 2006).

### **2.6.1.2. Efectos en la memoria y la función mental, efectos neuropáticos y neuroconductuales**

Respecto a los efectos en la memoria y la función mental, se realizó una investigación en Texas cuyo propósito fue examinar la potencial asociación entre la exposición actual y crónica al arsénico inorgánico (estimado por métodos de Sistemas de Información Geográfica) con el funcionamiento neuropsicológico detallado en una muestra de adultos y personas mayores que viven en un área rural (O' Bryant, Edwards, Menon, Gong, & Barber, 2011).

Según mencionan los autores de dicha investigación, el arsénico inorgánico en altas dosis es una conocida neurotoxina con consecuencias en el neurodesarrollo y neurocognitivas. Desde el punto de vista neuropatológico la exposición a arsénico ha sido asociada con el incremento en la producción de  $\beta$  amiloide, hiperfosforilación de la proteína tau, estrés oxidativo, inflamación, disfunción de las células endoteliales y angiogénesis todo lo cual ha sido vinculado con la disfunción cognitiva y han sido propuestos como mecanismos causantes de la enfermedad de Alzheimer (O'Bryant, y otros, 2011).

Se realizaron, entre otras cosas, revisiones médicas estandarizadas, pruebas neuropsicológicas, de laboratorio y entrevistas al participante. Se eligieron personas de 40 ó más años. Se analizaron datos de 434 participantes (131 hombres y 301 mujeres) para la medición del funcionamiento neuropsicológico y se empleó una batería de pruebas que cubren un amplio rango de dominios cognitivos (O'Bryant, y otros, 2011).

La forma en que se calculó la exposición a largo plazo fue con la multiplicación de las concentraciones actuales de los niveles de arsénico por el número de años de vivir en la casa actual. Las concentraciones de arsénico se siguieron por 15 años, en donde se determinó un promedio de 6,33  $\mu\text{g/L}$  con un rango de 2,19  $\mu\text{g/L}$  a 15,26  $\mu\text{g/L}$ . La exposición crónica se calculó en 240.15  $\mu\text{g/L-años}$  con un rango de 2,87  $\mu\text{g/L-años}$  – 972,83  $\mu\text{g/L-años}$ . En promedio los participantes vivían en su residencia actual desde hace 34,12 años (O'Bryant, y otros, 2011).

Encontraron como resultados una asociación significativa de los niveles actuales estimados de exposición a agua subterránea con arsénico con calificaciones pobres en el lenguaje, habilidades viso espaciales y funcionamiento ejecutivo. Esos niveles actuales de exposición fueron clasificados significativamente en la disfunción cognitiva (O'Bryant, y otros, 2011).

Por otro lado la exposición crónica a bajos niveles de arsénico fue significativamente asociada con pobres resultados en el funcionamiento global cognitivo habilidades visio espaciales, lenguaje, velocidad de procesamiento, funcionamiento ejecutivo y memoria inmediata y la exposición crónica a bajos niveles de arsénico fue clasificada significativamente como deterioro cognitivo (O'Bryant, y otros, 2011).

Lo encontrado por los autores antes mencionados, sugiere que la exposición crónica a bajos niveles de arsénico constituye un detrimento para el estado cognitivo de adultos y personas mayores, asimismo asocian la exposición ambiental a arsénico con un pobre funcionamiento neuropsicológico. Señalan que la correlación encontrada entre el arsénico, el dominio de la función ejecutiva y la memoria es importante porque son dominios cognitivos que reflejan manifestaciones tempranas del Alzheimer (O'Bryant, y otros, 2011).

Respecto a la neuropatía arsénica se menciona que es una conocida complicación por la exposición crónica y toxicidad de la sustancia, la neuropatía periférica se caracteriza por un anormal estado degenerativo de los nervios periféricos, constituye una de las complicaciones más comunes del sistema nervioso. Es usualmente sensorial, es decir, que afecta la sensibilidad y los pacientes pueden padecer constante dolor, hipersensibilidad a los estímulos, debilidad muscular o atrofia (Kapaj, y otros, 2006).

En Estados Unidos del 2000 al 2002 en 19 pueblos de Wisconsin, se analizaron muestras de agua y se realizó y por medio de la morbilidad percibida, encontraron la prevalencia de enfermedades crónicas en adultos expuestos a bajas concentraciones de agua contaminada con arsénico. Las cuales se agruparon en tres estratos: menos de 2 µg/L, de 2 µg/L a 10 µg/L y más de 10 µg/L. El análisis se limitó para quienes tenían 35 ó más años de edad, y quienes reportaron haber estado tomando agua del pozo por 20 años o más. Como resultado encontraron que los individuos cuyos pozos estaban en el estrato medio (entre 2 µg/L -10 µg/L) tenían mayor riesgo de depresión que los del estrato más bajo (menos de 2 µg/L) (Zierold, Knobeloch, & Anderson, 2004).

La Odds Ratio ajustada en el análisis de regresión logística fue 2,74 (IC 95 % 1,14–6,63). Los autores mencionan que el mecanismo de acción no ha sido bien identificado, sin embargo la exposición crónica podría interferir con los neurotransmisores asociados a la depresión (Zierold, y otros, 2004).

### 2.6.1.3. Enfermedades cardiovasculares

En el estudio de Wisconsin se encontró que quienes consumían agua con concentraciones mayores a 10 µg/L tenían más riesgo de cirugía cardíaca de bypass OR 2,34 (IC 95 % 1,12–4,90), presión alta OR 1,68 (IC 95% 1,13-2,49) y problemas circulatorios OR 2,64 (IC 95 % 1,17-5,95) en comparación con quienes estaban expuestos a menos de 2 µg/L (Zierold, y otros, 2004).

Se mencionan que los datos auto reportados de salud no fueron verificados con la revisión de los registros médicos, que no se conocían los niveles de arsénico en el agua de consumo las casas de todo el periodo de más de 20 años, o la cantidad de arsénico ingerido en realidad. Se asumió que la asignación por estratos de las concentraciones, eran un razonable sustituto de exposición y que se había mantenido constante durante todo el periodo (Zierold, y otros, 2004).

En Wuyuan un área afectada por arsénico, en Mongolia Interior observaron una prevalencia de 49,38% de hipertensión (200 de 405) en la población investigada, quienes estaban expuestos a menos de 50 µg/L de arsénico (Zhang, y otros, 2012). Según los autores no se comprenden los mecanismos de afectación al sistema cardiovascular por el arsénico, sin embargo mencionan que la susceptibilidad a estos padecimientos podría cambiar según factores nutricionales así como genéticos.

En Bangladesh, se entrevistaron y examinaron a 1595 personas, de cuatro áreas en las cuales se conocían concentraciones de arsénico en el agua de más de 0,05 mg/L. El riesgo de tener hipertensión fue OR=1,7 (0,8–3,3) y ajustado por edad, sexo e índice de masa corporal la  $OR_{M-H}$  fue 1,9 (1,0 – 3,6). El riesgo además se calculó en cuatro grupos de exposición a concentraciones de arsénico de acuerdo a la cantidad de años expuestos, los cuales fueron: menos de 1,0mg-años/L, de 1,0 mg-años/L a 5,0 mg-años/L, más de 5,0 mg-años/L a menos o igual a 10,0 mg-años/L y más de 10 mg-años/L. El riesgo observado en esos grupos fue: 0,8 (0,3–1,7); 1,5 (0,7–2,9); 2,2 (1,1–4,4) y 3,0 (1,5–5,8) respectivamente (Rahman, Tondel, Ahmad, Chowdhury, Faruquee, & Axelson, 1999). Lo anterior permite observar un aumento del riesgo de tener hipertensión según la exposición a arsénico, la cual incluye el tiempo y concentraciones.

#### 2.6.1.4. Enfermedades del sistema respiratorio

En tres pueblos de Bangladesh se eligieron 218 personas (94 expuestos) con lesiones en la piel y 124 personas no expuestas. La exposición de las personas al consumo de agua con arsénico inorgánico era una concentración promedio de 614 µg/L (con un rango de 136 µg/L a 1000 µg/L) (Milton, Hasan, Rahman, & Rahman, 2001).

De los resultado se obtuvo mayor riesgo en las mujeres, las cuales presentaron un exceso de riesgo de OR= 10,3 IC 95% 2,4 – 43,1 para la bronquitis crónica mientras que en los hombres la OR fue de 1,6 IC 95% 0,8 – 3,1 (Milton, y otros, 2001).

La Bronquiectasia es otra afectación que se ha asociado al consumo de agua con arsénico. Entre el 2000 y 2003, en Kolkata un distrito rural de la India, se realizó una entrevista a adultos y revisiones médicas a 108 personas con lesiones en piel causadas por el arsénico, considerados como expuestos y que al momento de la entrevista consumían más de 400 µg/L. Se consideraron no expuestas 150 personas sin lesiones en la piel y que para el momento de la entrevista consumían menos de 50 µg/L (Guha Mazumder, y otros, 2005).

De acuerdo con Barker, 2002 la Bronquiectasia es una ampliación y destrucción de las vías aéreas más grandes del pulmón y se conocen como causas la fibrosis quística, infecciones graves y obstrucción de vías respiratorias (citado por Guha Mazumder, y otros, 2005).

Para ese estudio se definió una persona enferma cuando presentaba tanto tos crónica como la comprobación de una tomografía computarizada del padecimiento.

Los resultados después de ajustarse según la edad, sexo, historial de fumado y presencia o no de tuberculosis fue un exceso de riesgo de 10 veces de padecer la enfermedad IC de 95% 2,9 –35 para las personas que tenían lesiones en piel causadas por arsénico con respecto a las que no las tenían. De acuerdo al sexo se encontró un exceso de riesgo de 13 IC de 95% 2,6 – 62 para los hombres y 6,1 IC de 95% 0,6 - 62 para las mujeres (Guha Mazumder, y otros, 2005).



### 2.6.1.5. Diabetes Mellitus tipo II

En un estudio sobre exposición crónica por el consumo de agua con arsénico inorgánico y la prevalencia de diabetes no-insulino dependiente, se siguió durante 4 años una cohorte de 446 residentes no diabéticos en pueblos hiperendémicos de arseniasis en la costa al suroeste de Taiwán, como controles se utilizaron dos pueblos sin contaminación de los cuales se conocía la incidencia de esa enfermedad, se realizaron dos veces al año una prueba oral de glucosa (Tseng, y otros, 2000).

Se obtuvieron como resultados 41 casos, durante el período de seguimiento de 1499,4 personas-año, lo cual según mencionan los autores muestra una incidencia de 27, 4/1000 personas-años. En el análisis multivariado ajustado por edad, sexo, índice de masa corporal y exposición acumulada a arsénico (la cual es una sumatoria del producto de la concentración y el tiempo de consumo), se encontró como factor de riesgo 2,3 (IC 95% 1,2 – 4,3) el tener un índice de masa corporal  $\geq 25$  Kg/m<sup>2</sup> en comparación con los que tenían menos de ese valor. De acuerdo a la exposición acumulada de arsénico se encontró un riesgo de 2,1 (IC 95% 1,1 – 4,2) para los que tenían  $\geq 17$  mg/L-años, respecto de los que tenían menos de ese valor  $p < 0,05$  (Tseng, y otros, 2000).

De igual forma en Coahuila, México en donde se conocen datos de contaminación de agua para consumo que oscila entre 20  $\mu\text{g/L}$  y 400  $\mu\text{g/L}$  de arsénico inorgánico, realizaron un estudio de casos y controles, del cual observaron una relación dosis-respuesta entre el aumento del arsénico total en orina con el riesgo de tener diabetes mellitus tipo II (Coronado González, Del Razo, García Vargas, Sanmiguel Salazar, & Escobedo de la Peña, 2007).

Esos autores luego de ajustar por posibles factores confusores como edad, sexo, hipertensión, Índice de masa corporal y antecedentes familiares de diabetes, encontraron en las personas con concentraciones de arsénico total en orina entre 63,5  $\mu\text{g/g}$  y 104  $\mu\text{g/g}$  de creatinina un riesgo de tener diabetes de  $\text{OR}=2,16$  (IC 95% 1,23-3,79). Asimismo quienes presentaron las concentraciones más altas de arsénico total en orina (más de 104  $\mu\text{g/g}$  de creatinina) presentaron 2,84 IC 95% 1,64- 4,92 veces más riesgo, ambos en comparación con las personas que tenían una concentración de arsénico en orina menor a 63,5  $\mu\text{g/g}$  de creatinina (Coronado González, y otros, 2007).

#### **2.6.1.6. Efectos reproductivos**

Se realizó una investigación de tipo transversal sobre el riesgo de muertes al nacer, abortos espontáneos y muertes neonatales en 533 mujeres con exposición crónica a arsénico de los distritos de Comilla y Chandpur en Bangladesh (Milton, y otros, 2005).

Las concentraciones de arsénico a las que estaban expuestas, se dividió en menores o iguales a 50 µg/L (referencia) y mayores a ése valor. Respecto a la duración de la exposición, se clasificó en menos de 10 años y más de ese período. Se obtuvo como resultado un riesgo de 2,5 (1,5-4,3) de abortos espontáneos, así como el mismo valor en las muertes fetales con un IC (1,3-4,9), ajustado por peso e historia de hipertensión y diabetes. No obstante, los autores señala la necesidad de desarrollar un estudio de casos y controles para confirmar la asociación entre arsénico y resultados adversos del embarazo (Milton y otros, 2005).

Los conceptos utilizados fueron: para aborto espontáneo según *International Centre for Diarrhoeal Diseases Research* (1996) “la pérdida natural del embarazo en las primeras 28 semanas de gestación”, la muerte del feto fue considerada como “cualquier parto después de las 28 semanas completas de gestación en el cual el niño no respira o muestra ningún signo de vida”. Finalmente de acuerdo a Dutta (1994) la muerte neonatal fue definida como “la muerte del recién nacido dentro de 28 días después del nacimiento” (citado por Milton, y otros, 2005).

#### **2.6.1.7. Daño renal**

A nivel internacional se han efectuado algunas investigaciones que relacionan el arsénico con daño renal, sin embargo el tema es incipiente, específicamente sobre la exposición relacionada a la ingesta de agua. En un estudio transversal en cuatro áreas de Changhua del centro de Taiwán, en donde se conocen altos niveles de contaminación por arsénico en el agua subterránea, en la que incluyeron 1043 personas, relacionaron el arsénico total en orina como bioindicador de exposición a arsénico inorgánico con índices de función renal como la microglobulina beta 2 y la estimación de la tasa de filtración glomerular (Chen, y otros, 2011).

En la investigación mencionada anteriormente encontraron que las personas con resultados por encima de la media de arsénico y plomo en orina (85,1  $\mu\text{g/L}$  y 18,9  $\mu\text{g/L}$  respectivamente) presentaron 4,82 veces más probabilidad de tener niveles anormales en la micro globulina beta 2 ( $>0,154\text{mg/L}$ ), en comparación con los que presentaron niveles de concentraciones por debajo de los valores de la media anteriormente mencionados ( $p < 0,001$ ). Del mismo modo, consideran que la presencia de arsénico total en orina podría estar relacionada con la disfunción renal, así como que ese elemento también debe tomarse en consideración (Chen, y otros, 2011).

En otro estudio también efectuado en Taiwán con un diseño de casos y controles, se encontró una asociación significativa de dosis-respuesta de los niveles de arsénico total en orina con el riesgo de Insuficiencia Renal Crónica. De 11,78 a 20,74  $\mu\text{g/g}$  creatinina de arsénico total en orina la Odds Ratio de IRC fue 1,41 (IC 0,62-3,19) y con más de 20,74  $\mu\text{g/g}$  creatinina de arsénico total en orina la Odds Ratio de IRC fue 4,34 (IC 1,94-9,69) este último valor con significancia estadística,  $p < 0,001$ . Todo eso en comparación con quienes tenían 11,78  $\mu\text{g/g}$  creatinina de arsénico total en orina o menos, los valores fueron ajustados por edad, sexo, nivel de educación, etnia paterna y materna, fumado, consumo de café, uso de analgésicos e historia de hipertensión y diabetes (Hsueh, y otros, 2009).

La situación de Enfermedad Renal Crónica que se presenta en Mesoamérica, se considera de etiología desconocida. Durante el Primer Taller Internacional de Investigadores (desarrollado en noviembre del 2012 en Costa Rica), expertos en el tema, consideraron en relación a la parte ambiental, el arsénico inorgánico y los pesticidas en el agua para consumo, como una prioridad para abordar, además señalaron como importante el tema de dureza del agua para consumo (Wesseling, Crowe, Hogstedt, Jakobsson, Lucas, & Wegman, 2013).

Del mismo modo, en ese evento se presentó un trabajo en el cual se exponen datos, que apuntan a la hipótesis de la posible relación causal entre la exposición a arsénico y la Enfermedad Renal Crónica, así como los vacíos que se tienen al respecto (Laws & Amador, 2013).

En una investigación transversal de cinco comunidades en Querétaro, México con 90 participantes, se encontró que la concentración de arsénico en la orina oscilaba entre 0,56  $\mu\text{g/g}$  y 89,2  $\mu\text{g/g}$  de creatinina. Se consideró como nivel crítico los que tenían una concentración de arsénico en orina de más de 50  $\mu\text{g/g}$  de creatinina. Los autores

encontraron una asociación significativa estadísticamente de los niveles de arsénico total en orina con el indicador de daño tubular renal temprano  $\alpha$ 1- micro globulina (Robles-Osorio, y otros, 2012). Esta es otra evidencia que aporta al papel que podría tener el arsénico en el problema renal existente en la región.

En Nicaragua, un grupo de investigadores de la Universidad de Boston, estudiaron el daño renal en adolescentes no expuestos a condiciones ocupacionales de riesgo para desarrollar Insuficiencia Renal Crónica. Los autores analizaron bioindicadores de función renal en adolescentes de cuatro colegios ubicados en las municipalidades de Chichigalpa, Masaya y Jinotega, la finalidad fue conocer si existía alguna afectación en esa población, lo cual sugeriría que existen otras condiciones a parte de las laborales, que del mismo modo podrían tener protagonismo en el riesgo de enfermar (Ramírez, y otros, 2012).

De esa investigación, los autores encontraron en los cuatro colegios elevadas concentraciones del biomarcador renal Interleukina-18 (IL18), el cual principalmente es una medida de daño temprano a nivel de los túbulos proximales, con respecto a sujetos sanos de otras investigaciones en diferentes países. De igual forma, mencionan que “este hecho es importante, ya que sugiere que podría existir un daño en esta área del riñón, lo cual es consistente con la fuerte evidencia de que la IRC que padecen los adultos jóvenes de Nicaragua es precisamente de tipo túbulo-intersticial” (Ramírez, y otros, 2012).

Respecto al sexo, también se observó que las mujeres tenían niveles mayores en los cuatro biomarcadores de daño renal medidos en orina respecto a los varones, especialmente en la Razón albúmina/creatinina urinaria (la cual es una medida de daño en el glomérulo del riñón), así como en la Interleukina-18 (IL18) (Ramírez, y otros, 2012).

#### **2.6.1.8. Otros efectos**

Del estudio de seguimiento clínico que se realizó en El Zapote en Nicaragua, se encontraron otros signos (en menores de 15 años), los cuales se asociaron con cifras estadísticamente significativas a la alta ingesta de arsénico como la prevalencia de tos (OR= 5,25  $p < 0,01$ ), hemoptisis (OR= 11,45  $p < 0,03$ ) y estertores (en personas de 15 y más años OR=14,93  $p < 0,01$ ). Además se observaron otros padecimientos como procesos inflamatorios y fibrosis difusa (Gómez, 2002).

En relación a otros padecimientos, se han encontrado hallazgos de asociación de la exposición crónica a arsénico con debilitamiento, anemia, dispepsia, engrandecimiento del hígado, bazo y ascitis (fluidos en el abdomen) (Kapaj, y otros, 2006).

Otros síntomas incluyen: enfermedad pulmonar restrictiva, polineuropatías, alteración de la velocidad de conducción nerviosa, pérdida de la audición entre otros. En Bengala Occidental, en poblaciones expuestas a más de 50 µg/L, pacientes han reportado irritabilidad, falta de concentración, desórdenes de sueño, dolor crónico abdominal, diarrea, edema de pie, dolor de articulaciones, disminución de la visión, de la escucha, pérdida de apetito entre otras. Se conocen otros síntomas que incluyen la cirrosis, hematemesis y melena (Kapaj, y otros, 2006).

En Bengala Occidental y Bangladesh encontraron que 95 % de los pacientes con lesiones en piel reportaron severa sensación de picazón cuando estas son expuestas al sol (Chakraborti, y otros, 2002).

### **2.6.2. Efectos carcinogénicos**

En 1980 los compuestos inorgánicos de arsénico fueron considerados como carcinogénicos para pulmón y piel en humanos (International Agency Research Cancer [IARC], 1980).

De la misma manera, se menciona en un meta- análisis sobre la relación del arsénico con el cáncer, que tanto la exposición a la forma inorgánica trivalente de esta sustancia, como a sus derivaciones, se han asociado además de los tipos de cáncer antes mencionados con el de vejiga, riñón e hígado. Se considera que el período para desarrollar la enfermedad asociada al contaminante es de 30 a 50 años (Tapio & Grosche, 2006).

#### **2.6.2.1. Tipos de cáncer asociados al consumo de agua contaminada con arsénico**

En 1977 se evidenció la relación del cáncer de piel y el consumo de agua contaminada con arsénico en áreas endémicas del suroeste de Taiwán. Éstas se refieren a lugares donde el agua de los pozos artesanales con altos contenidos de arsénico ha sido utilizada por un largo período o continúa empleándose, así como donde existe un alto porcentaje de habitantes

que sufren de lesiones en la piel asociadas con la exposición crónica a arsénico como hiperpigmentación, queratosis y cáncer (Tseng W.-P. , 1977).

En la investigación mencionada anteriormente en Taiwán, se siguieron 1108 pacientes con la enfermedad conocida localmente como pie negro, la cual es un desorden periférico vascular que resulta en gangrenas de las extremidades especialmente del pie. Las concentraciones oscilaban entre 0,01 ppm y 1,82 ppm y se observó un claro aumento en la prevalencia de cáncer de piel según la exposición, en ambos sexos en tres grupos de edad (Tseng W.-P. , 1977). En el siguiente cuadro se sintetizan los resultados obtenidos.

**Cuadro 1:** Resultados de prevalencia de cáncer de piel por cada 1000 personas, Taiwán, 1977

Concentraciones de arsénico en el agua	Edad		
	20-39	40-59	≥ 60
Bajo (menos de 0,3 ppm),	1,3	4,9	27,1
Medio ( 0,3 – 0,6 ppm)	2,2	32,6	106,2
Alto (más de 0,6 ppm).	11,5	72,0	192,0

Fuente: Elaboración propia, con base en Tseng W.-P. , 1977.

En el cuadro anterior se puede observar mayor prevalencia con forme aumenta la edad y las concentraciones de arsénico en el agua. Durante el período de seguimiento se encontró una mortalidad de 47, 7 % de quienes padecía de pie negro y de un 57% de los que tenían cáncer de piel (Tseng W.-P. , 1977).

En relación a un estudio ecológico realizado en Córdoba Argentina, de 1986-1991 los departamentos se clasificaron en los siguientes grupos de exposición: alta (promedio de 178 µg/L), media (al menos un valor con > 120 µg/L pero inferior a los de la categoría de alta exposición) y baja contaminación (demás departamentos no considerados como parte de la zona arsenical) y se calculó la Razón de Mortalidad Estandarizada por edad (RME) (Hopenhayn-Rich, Biggs, & Smith, 1998).

Se obtuvo como resultado una tendencia mayor en la RME de los grupos expuestos a media y alta contaminación, para el cáncer de pulmón y de riñón y vejiga.

A continuación se sintetizan los resultados del patrón observado según el sexo:

**Cuadro 2:** Razón de mortalidad estandarizada por edad de cáncer de pulmón, riñón y vejiga según grupos de exposición a arsénico y sexo, Córdoba Argentina, 1986-1991.

Sexo	Grupos de exposición	Razón de Mortalidad Estandarizada		
		Cáncer de pulmón	Cáncer de riñón	Cáncer de vejiga
Hombres	Bajo	0,92	0,87	0,80
	Medio	1,54	1,33	1,28
	Alto	1,77	1,57	2,14
Mujeres	Bajo	1,24	1,00	1,22
	Medio	1,34	1,36	1,39
	Alto	2,16	1,81	1,81

p < 0,001

Fuente: Elaboración propia, con base en Hopenhayn-Rich, y otros, 1998

Del cuadro anterior se observa una tendencia al aumento en la RME por edad en ambos sexos según mayor exposición al agua contaminada con arsénico de cáncer de pulmón, riñón y vejiga.

De acuerdo a la información disponible, para controlar el factor confusor del fumado, como no se tenían datos de la mortalidad por esta causa, se utilizó la mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica ya que el 80% de estas enfermedades son atribuidas al fumado. Incluyendo bronquitis, bronquitis crónica, enfisema, bronquiectasia, alergias de alveolos extrínseca y obstrucción de las vías aéreas (Hopenhayn-Rich, y otros, 1998).

En Chile durante el período de 1950 al 2000, se realizó un estudio sobre la mortalidad infantil (considerada en los menores de 20 años) por cáncer asociado a la ingesta de agua con arsénico en la *Región II y V*. Se analizaron las defunciones basadas tanto en la novena Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-9) así como la décima Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) incluyendo: leucemia (CIE-9 204-208 y CIE-10 C91-C95), el cáncer cerebral (CIE-9 191 y CIE-10 C71) y el cáncer de hígado (CIE-9 155 y CIE-10 C22), de los datos de 1950 (Liaw, y otros, 2008).

Para el análisis de la mortalidad, la población se dividió en tres grupos de acuerdo al año de nacimiento. Los nacidos de 1950 a 1957 antes de la exposición más alta, de 1958 a 1970 durante la exposición más alta y de 1971 a 1981 después de la exposición más alta. Se utilizó como parámetro de clasificación la exposición que ocurrió a partir de 1958 en la *Región II* (cuyas principales ciudades son Antofagasta y Mejillones) cuando las fuentes de abastecimiento se complementaron con agua de ríos que contenían cerca de 1000 µg/L de arsénico. (Liaw, y otros, 2008).

La población en promedio de la región II, tuvo una concentración de aproximadamente 580 µg/L de 1958 a 1970. Quienes nacieron antes de 1958 tuvieron una alta exposición durante la niñez, los nacidos entre 1958 y 1970 tuvieron una exposición en el útero y la niñez, mientras que los nacidos después de 1970 no estuvieron expuestos a altos niveles de arsénico en el agua de consumo (Liaw, y otros, 2008).

Los mayores resultados se obtuvieron para los nacidos entre 1950 y 1957, en hombres el riesgo de morir por cáncer de hígado fue de 8,9 IC 95% 1,7-45,8 p = 0,009. Mientras que para las mujeres fue el riesgo fue 14,1 IC 95% 1,6 – 126,2 p= 0,018. En ambos sexos el riesgo se estimó en 10,6 IC 95% 2,9 – 39,3 p < 0,00. Las ocho muertes que se estudiaron ocurrieron entre 10 y 19 años de edad en la *región II*, mientras que solamente una en la *región V* (Liaw, y otros, 2008).

## **2.7. Gestión del agua para consumo humano**

Para la gestión de los peligros químicos en el agua de consumo humano, con base en la tercera edición de las *Guías para la Calidad del Agua Potable* y según el origen de los mismos, se establecen dos tipos de métodos.

Los peligros derivados fundamentalmente del agua de origen, se controlan, mediante la selección del agua de origen, el control de su contaminación, su tratamiento o su mezcla con otras aguas. Los procedentes de materiales y sustancias químicas utilizados en la producción y distribución de agua de consumo se controlan optimizando los procesos o especificando las características de los productos utilizados (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Debido a que pueden existir sustancias contaminantes en el agua de consumo, se plantea un valor de referencia el cual “es la concentración de un componente que no ocasiona un riesgo



para la salud superior al tolerable cuando se consume durante toda la vida” (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Para calcular los valores de referencia se utiliza un método para las sustancias con umbral de toxicidad (dosis sin efectos adversos) y otro para sustancias sin umbral de toxicidad (existe un riesgo teórico para cualquier nivel de exposición). En ese caso, “se calculan las concentraciones del agua de consumo asociadas a un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de  $10^{-5}$ ”, lo cual quiere decir “un caso adicional de cáncer por cada 100 000 personas que ingieren agua de consumo con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años”, eso se trata del riesgo potencial máximo (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Un valor de referencia provisional se aplica para una sustancia sin umbral de toxicidad, en la cual no se logra alcanzar una concentración según lo descrito anteriormente, tal es el caso del arsénico. El valor de referencia es 10 µg/L por el límite práctico de cuantificación de 1-10 µg/L así como por las dificultades prácticas para eliminar la sustancia. Se considera provisional por la existencia de incertidumbres científicas (Organización Mundial de la Salud, 2006).

## **2.8. Matriz de variables e indicadores**

A continuación se presenta una síntesis, en donde se especifican los elementos analizados de cada objetivo específico.

**Tabla 1:** Síntesis de variables e indicadores

Objetivos	Variables	Indicadores	Unidades de Observación	Métodos para recopilar la información
Explorar la asociación entre la presencia de arsénico en el agua para consumo humano y el riesgo de enfermar en Costa Rica.	Presencia de arsénico en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano	Concentración de $\mu\text{g/L}$ de arsénico en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano	Sistemas de abastecimiento de agua	Datos del LNA
	Riesgo de enfermar	Índice de Morbilidad Estandarizado (IME) por edad de: Insuficiencia Renal Crónica, cáncer de pulmón y bronquios, cáncer de piel, cáncer hígado y vías biliares intrahepáticas, cáncer vejiga y cáncer de riñón.	Distritos	Base de datos: Registro Nacional de tumores Proyecciones Distritales de población de Costa Rica 1970 – 2030. Egresos Hospitalarios de la CCSS
		Porcentaje de: Abortos y nacidos muertos		

**Continuación Tabla 1: Síntesis de variables e indicadores**

Objetivos	Variables	Indicadores	Unidades de Observación	Métodos para recopilar la información
Analizar el riesgo de enfermar asociado a la presencia de arsénico en el agua para consumo en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas en comparación con la comunidad de San Miguel en Cañas, Guanacaste.	Contaminación por arsénico del agua para consumo	Concentración de $\mu\text{g/L}$ de arsénico en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano registrada	Sistemas de abastecimiento de agua	Pruebas de Laboratorio
	Exposición a agua contaminada con arsénico	Tiempo de consumo de agua contaminada, cantidad de ingesta diaria de agua	Personas	Encuesta Epidemiológica
	Susceptibilidad	Edad, sexo, estado nutricional, nivel educativo, ocupación, hábitos personales: fumado, consumo de alcohol, exposición a agroquímicos.	Personas	Encuesta Epidemiológica
	Riesgo relativo potencial de enfermar asociado al consumo de agua contaminada con arsénico.	Prevalencia de: Parkinson, esclerosis múltiple, enfermedades del hígado, enfermedades de riñón, ataque al corazón, presión alta, derrame, aneurisma, problemas circulatorios, diabetes, anemia, cáncer de piel, de vejiga, pulmón, hígado, riñón, leucemia, otros tipos, desórdenes de aprendizaje, bronquitis crónica, cirrosis y asma.	Personas	Encuesta Epidemiológica

**Continuación Tabla 1: Síntesis de variables e indicadores**

Objetivos	Variables	Indicadores	Unidades de Observación	Métodos para recopilar la información
<p>Analizar el riesgo de enfermar asociado a la presencia de arsénico en el agua para consumo en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas en comparación con la comunidad de San Miguel en Cañas, Guanacaste</p>	<p>Riesgo relativo de potencial de enfermar asociado al consumo de agua contaminada con arsénico.</p>	<p>Síntomas de:                      Queratosis, manchas descoloridas en forma de gota de lluvia, difusas manchas café oscuras, o difuso oscurecimiento de la piel en las extremidades y el tronco, manchas blancas en la piel, tos crónica, falta de concentración, dolor crónico abdominal, dolor de articulaciones, disminución de la visión, pérdida de apetito, pérdida de memoria inmediata, caída inexplicable del cabello, heces con sangre, vómito con sangre, desórdenes de sueño, depresión, deterioro de la escucha, dolor de cabeza, deterioro del sentido del olfato, entumecimiento.                      Asociados a la Insuficiencia Renal Crónica: Cansancio, necesidad de descansar frecuentemente, no descansa bien, limitada actividad física, dormir durante el día, necesidad de dormir más, dificultades para dormir, dificultades para respirar, dolor de huesos, pérdida del apetito, pérdida del gusto por la comida, sentir más frío que otros, molestias en el estómago, pies inflamados, hinchazón alrededor de la cara, moretes con facilidad en la piel, dolores de piernas/piernas cansadas, necesidad de orinar por la noche, piel seca, picazón en la piel, cambios en el color de la piel, dolor de articulaciones, calambres musculares, hormigueo en el pie y dedos, mal sabor en la boca, estreñimiento, irritabilidad, diarrea.</p>	<p>Personas</p>	<p>Encuesta Epidemiológica</p>

**Continuación Tabla 1: Síntesis de variables e indicadores**

Objetivos	Variables	Indicadores	Unidades de Observación	Métodos para recopilar la información
Analizar el riesgo de enfermar asociado a la presencia de arsénico en el agua para consumo en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas en comparación con la comunidad de San Miguel en Cañas, Guanacaste.	Riesgo relativo de potencial de enfermar	Efectos reproductivos: abortos espontáneos, muertes fetales, muertes neonatales, bajo peso al nacer, algún problema de nacimiento	Personas	Encuesta Epidemiológica
	asociado al consumo de agua contaminada con arsénico.	Indicadores de riesgo: Odds Ratio (OR), Intervalo de confianza de la OR, Proporción atribuible expuesta (Pae), Casos atribuibles (Ca)	Personas	Encuesta Epidemiológica

Fuente: Elaboración propia, 2013

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo consta de cuatro partes, las primeras dos corresponden a la descripción de los diseños que se emplearon para desarrollar el trabajo, en ellas se discute sobre las ventajas y desventajas de cada uno, se señalan las razones que se tomaron para su escogencia, la validez, precisión así como los sesgos de cada uno; de igual forma se presentan los métodos que se utilizaron para la recopilación y análisis de la información, la tercera parte corresponde a las consideraciones éticas y finalmente se muestran las limitaciones de la investigación.

#### 3.1. Diseño Ecológico

Inicialmente se desarrolló un diseño ecológico correspondiente al primer objetivo específico para explorar la asociación entre la presencia de arsénico en el agua de consumo humano y el riesgo de enfermar en Costa Rica de: Insuficiencia Renal Crónica (IRC), cáncer de riñón, cáncer de vejiga, cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas, cáncer de pulmón, cáncer de piel y efectos reproductivos: abortos y nacidos muertos.

En esta sección se desarrollaron tres partes, un análisis espacial el cual permite observar la distribución de casos a nivel nacional, así como patrones espaciales de los padecimientos antes mencionados. Una segunda parte se enfocó en observar la tendencia en las enfermedades a lo largo del tiempo, en los distritos donde se tenía al menos un análisis de arsénico mayor ó igual a 11  $\mu\text{g/L}$ . Del mismo modo se analizaron las series temporales a nivel nacional, para observar las tendencias y compararlas con la de los distritos estudiados. Finalmente se realizó una clasificación por zonas de exposición a arsénico, para observar el riesgo en cada una.

Los diseños ecológicos como menciona Chamizo (s.f) se caracterizan porque “describen y analizan correlaciones entre datos de incidencia y datos de exposición agregados para grupos de personas o unidades geográfico-poblacionales”. Ello facilitó conocer sobre la

situación de salud a nivel nacional de los padecimientos que se abordaron y su relación con la exposición a arsénico por el consumo de agua.

La razón por la cual se eligió un diseño ecológico es porque constituye el más válido para conocer el perfil epidemiológico, especialmente en este caso en donde no se han desarrollado estudios previos de exposición crónica a arsénico en el agua de consumo, así como por la existencia de fuentes de información secundaria geográfico-poblacional, además del sistema de salud con que cuenta el país, los protocolos de diagnóstico establecidos y la disponibilidad de registro en bioestadística existente.

### **3.1.1. Validez**

Una ventaja es que permite analizar grandes grupos poblacionales (Chamizo, s.f) en este caso no se tomó una muestra, sino que se incluyeron todos los distritos del país, lo cual permitió la eliminación de errores de muestreo. En ese sentido un elemento importante que contribuyó a la validez interna, fue la estandarización por edad, debido a que permite controlar el efecto de esa variable en el proceso de enfermar.

Se tienen además como ventajas de este diseño, el bajo costo económico y la obtención de los resultados en poco tiempo (Chamizo, s.f). Debido a que se utilizaron los registros de datos de salud disponibles a nivel nacional. Además, como menciona (Borja, 2000) “algunos practicantes de la salud pública defienden su utilidad real en las decisiones de prevención y control de enfermedades”.

En relación a la validez externa, los datos obtenidos podrían ser extrapolados en lugares donde cuenten con un sistema de salud y registro de bioestadística similar al del país, con zonas de densidad poblacional semejantes y con exposición a niveles cercanos de concentraciones de arsénico en el sistema de abastecimiento identificados en este trabajo.

### **3.1.2. Sesgos**

La falacia ecológica constituye el principal sesgo del diseño ecológico (Chamizo, s.f), éste se refiere a que las conclusiones no pueden ser a nivel de personas, por incluir información

agregada, sino que deben dirigirse a las áreas geográfico-poblacionales en estudio. Para evitar este sesgo los resultados obtenidos se interpretaron considerando, la probabilidad de enfermar por distritos y no a un nivel personal.

No obstante, dentro de las desventajas, está la limitación de los datos secundarios por la información existente y arrastran una posible definición de casos imprecisa, así como sesgos de selección por mal diagnóstico y sub registro, con lo que se tiene una escasa posibilidad para identificar los errores sistemáticos que se pudieran tener (Chamizo, s.f).

Otra desventaja del diseño ecológico, es la falta de correspondencia espacial de los datos ambientales, en este caso de las áreas abastecidas por una mezcla o fuente de agua con concentraciones de arsénico, respecto a los datos de morbilidad utilizados (por distritos) (Chamizo, s.f). Sin embargo, se considera que al realizar el análisis por esas áreas, la validez es mayor, debido a que corresponde a la división territorial más pequeña y es más probable que las condiciones de abastecimiento de agua sean similares, en comparación que si se hubiera realizado por cantones.

### **3.1.3. Precisión**

Por tratarse en su mayoría de enfermedades poco comunes, es difícil encontrar casos en áreas pequeñas como son los distritos, lo cual es un elemento que afecta la precisión de los resultados. Los Intervalos de confianza (IC) se calcularon al 95%, de que el parámetro verdadero del estimador de riesgo se encuentre entre el límite inferior y superior (Hernández, 2009). Se considera alta precisión cuando la diferencia entre los límites es menor al indicador de riesgo utilizado. La mayoría de los datos tienen baja precisión, se indica solamente los casos en donde es alta.

### **3.1.4. Análisis y recopilación de la información**

Para el análisis de la información se calculó la morbilidad bruta por cada mil personas, la cual corresponde al cociente del total de casos ocurridos entre el total de la población. El indicador de riesgo utilizado fue el Índice de Morbilidad Estandarizado (IME) por grupos de edad quinquenales, el cual refleja la probabilidad de enfermar controlando el efecto de la



edad. Para calcularlo se empleó el método indirecto el cual ha sido utilizado en investigaciones similares (Hopenhayn-Rich, y otros, 1998), así como por la disponibilidad y accesibilidad para descargar la información de las bases de datos disponibles en línea.

El análisis espacial se desarrolló tomando en consideración los últimos nueve años de registro disponibles en línea, por considerarse que son enfermedades infrecuentes, como es el caso de algunos tipos de cáncer, por lo cual se necesita un período de tiempo suficientemente amplio para observar casos. Se realizó con base en el Mapa de la división político-administrativa de distritos del Atlas del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) versión 2008 (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008).

Para calcular el IME se utilizó una tasa de referencia nacional, la cual es el cociente de la sumatoria de los casos observados por grupos de edad quinquenales entre la población por cada grupo del año medio del período analizado. El IME se obtuvo dividiendo los casos observados de cada distrito entre los esperados. Éstos últimos son la sumatoria del producto de la población por grupos quinquenales del año medio de cada distrito por la tasa de referencia nacional.

Se realizaron mapas exploratorios a nivel nacional, en los cuales se representaron las áreas con arsénico sobre la norma, de las que no se tenían datos y el IME de cada padecimiento. Para esto último, se utilizó una escala ordinal que se hace corresponder con una escala de colores. El color más fuerte quiere decir mayor riesgo de enfermar en comparación con lo ocurrido a nivel nacional, mientras que el más claro indica menor probabilidad. La división de los rangos de los valores del IME se realizó empleando la desviación estándar.

Los resultados se interpretaron considerando que las áreas con el IME por encima de 1,00 muestran un exceso de riesgo respecto al promedio nacional (el cual tiene ese valor) por otra parte, las que tienen un IME por debajo de 1,00 muestran protección. Finalmente se presenta una leyenda la cual indica el color que corresponde a cada rango y entre paréntesis la cantidad de distritos en cada uno.

El análisis de series temporales se realizó a partir de los años con registros disponibles en línea, con la finalidad de observar su comportamiento a lo largo del tiempo. Se realizó para los distritos en los cuales se encontró al menos un análisis con concentraciones de arsénico  $\geq 11 \mu\text{g/L}$  (por ser  $10 \mu\text{g/L}$  el valor permitido en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable).

El análisis temporal se realizó por trienios para poder acumular casos, debido al carácter infrecuente de algunas enfermedades, se comparó el IME de cada trienio en relación a lo que ocurrió durante el primero en el cual hubo casos. De igual forma, se calculó por el método indirecto, en este caso se aplicó una tasa de referencia específica para cada distrito (la cual es el cociente de la sumatoria de los casos observados en el primer trienio entre la población del año medio de ese período por grupos de edad quinquenales). Los casos esperados corresponden a la sumatoria del producto de esa tasa de referencia por la población del año medio de cada trienio y el IME es el cociente de los casos observados entre los esperados de cada distrito por trienios. En relación a la exposición crónica la hipótesis es encontrar una acumulación de casos al final de la serie temporal, es decir, entre mayor tiempo, se espera observar un aumento en la morbilidad.

Finalmente se realizó un análisis agrupando las áreas geográficas según las zonas de exposición de la siguiente forma: no expuesto, baja y mediana a alta exposición. Se excluyeron de esta parte los distritos de los cuales no se tenían datos de concentraciones de arsénico. En esta sección se utilizaron los obtenidos del análisis espacial y quedó fuera de ambos análisis el porcentaje de casos en los que se desconoce el distrito de residencia del paciente.

Los criterios utilizados para clasificar los distritos según su exposición fueron los siguientes:

- No expuesto: Que los resultados de los análisis fueran no detectado, en total se clasificaron 189 distritos (Ver anexo 3, Tabla 4).
- Baja exposición: Que al menos un análisis estuviera entre 3  $\mu\text{g/L}$  y 10  $\mu\text{g/L}$ , en total se clasificaron 99 distritos (Ver anexo 3, Tabla 5).
- Mediana a alta exposición: Que al menos un análisis fuera mayor o igual a 11  $\mu\text{g/L}$ , en total se clasificaron los siguientes diez distritos, se presenta su código y nombre: 21004: Aguas Zarcas, 21009: La Palmera, 21401: Los Chiles y 21403: El Amparo, 50103: Mayorga, 50401: Bagaces, 50601: Cañas, 50604: Bebedero, 51001: La Cruz y 60704: Pavón.
- Excluidos: Sin datos de concentraciones de arsénico, al momento de desarrollar el trabajo, fueron 161 distritos (Ver anexo 3, Tabla 6).

La información del IME es significativa estadísticamente cuando el IC no incluye el valor de 1,00. La mayoría de los datos no tienen significancia estadística, se indicó solamente los casos en los que sí se encontró esa característica.

En relación a los efectos reproductivos no se logró estandarizar por edad, sino que se calcularon los porcentajes de abortos y nacidos muertos en relación a la cantidad de embarazos y producto de ellos respectivamente.

Los métodos para recolectar la información de los tipos de cáncer, fueron las bases de datos del Centro Centroamericano de Población (CCP), específicamente del *Registro Nacional de tumores 1981-2005* del Ministerio de Salud. Para conocer la situación sobre Insuficiencia Renal Crónica, se utilizó como indicador los datos de Egresos Hospitalarios del Área de Estadística de la Caja Costarricense del Seguro Social, así como los disponibles en el CCP. Los egresos pueden incluir tanto vivos como fallecidos por esa causa, datos que se consideran válidos debido a la necesidad de atención hospitalaria cuando se tiene ese padecimiento y ante la carencia de una base de datos en línea con casos confirmados. De igual forma, se utilizó esa base de datos, para los efectos reproductivos, por contener las cifras básicas y accesibles requeridas para explorar.

En relación a los datos demográficos, se utilizaron los del CCP, la base *Proyecciones Distritales de población de Costa Rica 1970 – 2030* del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), las cuales estaban basadas en el censo del 2000. Esa información era la disponible más actualizada, en el momento en que se desarrolló el trabajo.

Los datos de las concentraciones de arsénico en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, se utilizaron los facilitados por el Laboratorio Nacional de Aguas en el período del 2009 al 2011.

Esta institución se encuentra acreditada por el Ente Costarricense de Acreditación con la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005. Las concentraciones utilizadas se obtuvieron con la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito conforme los requisitos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Method 5220B 22th edition, el límite de detección fue 1 µg/L y el límite de cuantificación 3 µg/L.

### **3.2. Diseño Transversal**

En esta sección se eligieron dos comunidades, una expuesta (de la cual se tenían datos en un rango de 76 µg/L a 144 µg/L) y otra no expuesta, ésta última caracterizada por que los

resultados fueron no detectados, ambas estaban ubicadas en áreas con características similares.

Por medio de este diseño, se describió la prevalencia de factores de riesgo, enfermedades y síntomas que se han asociado al tema. Se desarrolló un análisis compuesto por tres partes: inicialmente un análisis simple, en el cual se calcularon medidas de asociación entre la exposición y el riesgo de enfermar, en una segunda parte se profundizó a través de un análisis estratificado en el cual se consideraron terceros factores que podrían influir en el proceso de enfermar asociado al consumo de agua con arsénico y finalmente se efectuó un análisis multivariado para controlar la interacción de cada uno de los factores.

El diseño transversal tiene como ventajas, de acuerdo a lo mencionado por (Newman, Browner, Cumming, & Hulley, s.f) que permite caracterizar la situación de salud en un momento de tiempo determinado. Lo cual es útil para planificar una intervención y prevención en salud, es posible efectuarlo en relativamente poco tiempo y brinda información para orientar futuras investigaciones con otros diseños epidemiológicos.

Una desventaja del estudio transversal es que tiene dificultades para establecer relaciones causales a partir de los datos recolectados (Newman, y otros, s.f), debido a que no establece una secuencia de acontecimientos, por lo que imposibilita conocer qué ocurrió primero, si la enfermedad o la exposición a la presencia de arsénico en el ACH. A pesar de que se intentó recolectar información sobre el año de diagnóstico, no fue posible obtener suficientes datos al respecto para utilizarlos en el análisis.

Asimismo, otra de las desventajas de este tipo de diseño es que no resulta práctico para estudiar enfermedades infrecuentes o raras (Newman, y otros, s.f), ya que se requeriría de gran cantidad de sujetos para encontrar enfermos. En el presente trabajo se abarcó la mayoría de los padecimientos vinculados al consumo de agua contaminada con arsénico, incluyendo las enfermedades crónicas como el cáncer y otras, debido a que no se ha realizado ningún estudio al respecto y poder conocer la situación de salud de la comunidad expuesta en comparación con la no expuesta.

Este diseño tiene la limitación de trabajar con morbilidad percibida, no se confirmó mediante revisiones médicas ni pruebas clínicas las patologías reportadas. Debido a que esto representa un significativo aumento del costo económico, de recurso humano profesional, el cual estuvo fuera del alcance del presente trabajo e implica un conocimiento especializado en el tema, el cual al momento que se realizó la investigación no se tenía a nivel nacional.

Por tanto, ante la carencia de estudios al respecto y de información epidemiológica relacionada, la aplicación de un cuestionario se considera una forma adecuada para obtener información inicial y explorar.

Con base en lo explicado anteriormente, así como por tratarse de un estudio transversal, no se pueden interpretar los resultados estableciendo una relación causal de que las enfermedades auto reportadas, sean por la contaminación del agua con arsénico, porque no se conoce que ocurrió primero si la aparición de la enfermedad o la exposición. Sino que los resultados se interpretaron considerando la probabilidad de enfermar de las personas expuestas en comparación con las no expuestas.

### **3.2.1. Validez**

Respecto a la validez interna, el desarrollo del diseño transversal tiene como ventaja que previamente se realizó el estudio ecológico, el cual sirvió como criterio para la elección de las áreas donde se aplicó el cuestionario. Además se profundizó el análisis controlando el efecto que podrían tener terceras variables así como las interacciones entre ellas, tratando de reducir los sesgos de la investigación los cuales se explican a continuación.

En relación a la validez externa, se considera que al realizarse una investigación de este tipo, los datos obtenidos podrían extrapolarse a una comunidad rural con concentraciones de arsénico similares a las registradas en el país y caracterizada por tener dentro de sus principales actividades laborales la agricultura.

### **3.2.2. Sesgos**

En relación a los sesgos de información, se tiene específicamente el sesgo del investigador, debido a que fue ésta quien realizó la tabulación del cuestionario epidemiológico y participó en la aplicación de las mismas. Para reducir este sesgo, se contó con el apoyo de miembros del Laboratorio Nacional de Aguas, de la Cruz Roja de Cañas y de la Asociación desarrollo de ese distrito, quienes se encargaron de la aplicación de la mayor parte de los cuestionarios. Asimismo se capacitó a los colaboradores y se intentó mantenerlos ciegos sobre la condición de expuestos y no expuestos de las comunidades. No obstante, lo anterior

fue dificultoso, debido a la situación que en ese momento se vivía, ante el conocimiento previo de algunas personas participantes tanto de la comunidad como encuestadores sobre el problema de contaminación.

Esta investigación también tiene el sesgo de confusión, el cual consiste en que terceros factores, podrían intervenir en la relación de la exposición a arsénico y el riesgo de padecer las afecciones vinculadas, ya sea aumentando la probabilidad de enfermar o atenuándola. Para controlar éste sesgo y aumentar la validez de los resultados se efectuó un análisis estratificado.

Debido a que son múltiples los efectos asociados a la exposición a arsénico, de acuerdo a cada padecimiento existen diversos factores específicos que podrían intervenir en el proceso de enfermar. Se controlaron los siguientes cinco principales factores de riesgo:

La edad constituye un elemento trascendental en el análisis del riesgo de enfermar debido a la relación que tiene en la aparición de enfermedades, porque de acuerdo a ésta, podrían existir grupos etarios con mayor susceptibilidad a enfermar. El sexo es fundamental por las condiciones personales que predominan según éste e influye en el proceso salud-enfermedad. Se incluyeron los antecedentes de enfermedades familiares, debido a la predisposición genética y finalmente se controlaron otras variables como el fumado, consumo de bebidas alcohólicas y la exposición a agroquímicos, debido a que esas condiciones podrían tener un efecto sinérgico con la exposición a arsénico, en la probabilidad de enfermar.

### **3.2.3. Precisión**

Respecto a la precisión, ésta varía según la cantidad de sujetos incluidos en el estudio, se abarcó un total de 773 personas lo cual se considera un valor adecuado, los intervalos de confianza se calcularon al 95% de confianza.

### **3.2.4. Análisis y recopilación de la información**

Los métodos empleados para analizar la información fueron: Odds ratio (OR), los intervalos de confianza de igual forma fueron calculados al 95 % de confianza, la Proporción atribuible expuesta (Pae), los Casos atribuibles (Ca) y la OR de Mantel y Haenszel ( $OR_{MH}$ ) y el valor de p. Estos indicadores se calcularon a través del programa OpenEpi, asimismo la información se procesó en el programa SPSS® versión 21.

El cuestionario epidemiológico fue el instrumento utilizado para recolectar los datos, la encuesta fue el procedimiento para aplicar el cuestionario. Se efectuó principalmente con base en una investigación de morbilidad percibida desarrollada en Wisconsin y facilitado por una de las autoras (Knobeloch, 14 de noviembre de 2011). Se incluyeron además, síntomas sobre insuficiencia renal crónica con base en Agarwal, 2009. De igual forma se tomó en consideración el trabajo en torno a esa enfermedad de Alvarez-Ude, Galán, Vicente, Alamo, Fernández-Reyes, & Badía, 1997. Asimismo se abordaron síntomas neurosensitivos con base en Li, y otros, 2006 así como Otto, y otros, 2006. Finalmente se consideró lo desarrollado por CONAPRIS, y otros, 2006 así como por Kapaj, y otros, 2006. En el anexo 2 se presenta una versión mejorada del cuestionario que se aplicó, debido al interés por parte del Laboratorio Nacional de Aguas en continuar investigando el tema, se logró optimizarlo y replicar en otras comunidades con problemas de contaminación.

Se realizaron dos barridos por las comunidades con la finalidad de abarcar la totalidad de la población, lográndose visitar cada casa, sin embargo, el cuestionario no fue posible aplicarlo en el 100%, porque en algunos casos no habían personas y en otros se negaron a participar. Debido a que la comunidad no expuesta era de mayor tamaño, se consultó con personal de la ASADA (Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunal) para conocer los límites del área que abastecía.

### **3.3. Consideraciones éticas**

Este trabajo está basado en los siguientes tres principios: respeto a la privacidad, respeto a la autonomía y el principio de beneficencia y no maleficencia.

El respeto a la privacidad de la información de los participantes, se mantuvo porque los datos de esta investigación se recolectaron de forma anónima, los resultados se muestran de esta manera durante y posterior a ella. La privacidad se protege en la medida que la base de datos se va a proteger a posteriori, no se va a manejar información de manera individualizada ni tampoco se utilizará con otros fines ajenos a la investigación.

Previamente a que se aplicara el cuestionario epidemiológico, la investigadora se encargó de explicar el trabajo, preguntó a cada persona si quería voluntariamente participar, se aclararon las consultas existentes y se obtuvo el consentimiento informado (Ver Anexo 1). En los casos en los cuales las personas se negaron a participar, se prosiguió con la consulta en habitantes de las siguientes viviendas, con lo cual se respetó la autonomía de decidir responder o no a las preguntas y detenerse en el momento que así fuera deseado.

Finalmente en este trabajo se cumplió con el principio de beneficencia y no maleficencia, es decir, que no se realizó ningún procedimiento que causara daño a las personas, sino que el único riesgo que tenían quienes participaron fue relacionado al respeto de la privacidad de la información, así como que se pudieran sentir incómodos por las preguntas realizadas. Lo cual se abordó como se mencionó previamente, por medio del anonimato en el que se completaron los datos. Las personas participantes no obtuvieron ningún beneficio directo, sino que fue indirecto, por medio del conocimiento de los resultados de las autoridades encargadas y por la utilidad de la información en relación a las posibles acciones que se tomen sobre el tema.

### **3.4. Limitaciones del estudio**

Esta sección incluye las dificultades del desarrollo del estudio así como los elementos que limitaron el alcance del mismo, aparte de los sesgos mencionados anteriormente.

Los diseños epidemiológicos utilizados no tienen la potencia para establecer relaciones causales, sino que ofrecen información descriptiva sobre la situación de salud de los padecimientos estudiados.

En relación al diseño ecológico, sobre la disponibilidad de datos, debido a que no se contaba con información de población en los distritos que se crearon posterior al censo del 2000, los casos de egresos hospitalarios de Insuficiencia Renal Crónica ocurridos en residentes de



esas áreas (10313: Los Guido, 30205: Llanos de Santa Lucía, 60116: Arancibia y 60309: Brunka) se sumaron a los distritos de los cuales se segregaron (10307: Patarrá, 30201: Paraíso, 60114: Acapulco y 60302: Volcán respectivamente). Hubo dos áreas (30512: El Chirripó y 60115: Roble) en las que no se logró calcular el índice de morbilidad estandarizado por edad porque se segregaron de dos distritos y no se podría elegir el dato de población a utilizar. Asimismo, otra limitante es que los registros de cáncer están disponibles hasta el año 2005 y posterior a ese período no fue posible analizar, además de los porcentajes de casos en los cuales se desconoce el distrito de residencia del paciente.

Debido a la carencia de datos sobre concentraciones de arsénico al momento de realizar la investigación, para el análisis de la clasificación según la zona de exposición se utilizó el valor más elevado que se tenían en los sistemas de abastecimiento de cada distrito. Además por la exclusión de las áreas sin datos, los resultados de éste análisis deben ser manejados con cautela, porque podrían variar si se incluye la totalidad del país.

En relación a lo anterior, así como por tratarse de un diseño ecológico, podría haber en algunas áreas falta de correspondencia espacial entre el abastecimiento de una fuente de agua y los datos de salud los cuales están por distrito. Es decir, una fuente puede abastecer a más de un distrito, así como un distrito puede recibir de una mezcla de fuentes.

En relación al tratamiento de la información, en términos generales, los resultados en la mayoría de los padecimientos muestran baja precisión, así como la mayoría de los intervalos de confianza no muestran significancia estadística, especialmente en el análisis temporal por tratarse de áreas pequeñas con poca población y de algunas enfermedades infrecuentes principalmente de los tipos de cáncer analizados.

En el caso de los efectos reproductivos, no fue posible obtener los datos para calcular el índice de morbilidad estandarizado por edad, por lo cual no se logró controlar el efecto que tiene esa variable en las mujeres respecto a los abortos y nacidos muertos.

Respecto al análisis de los resultados, no fue posible tomar en consideración el tiempo de exposición, porque al momento de realizar esta investigación se estaba iniciando la generación de la información relativa a los años en que las fuentes contaminadas se habilitaron para el funcionamiento y no se efectuó una ponderación en relación a la población con el tiempo de exposición por distrito.

En relación al diseño transversal, respecto a la recolección de la información en las dos comunidades estudiadas, se tiene la limitación que se aplicó un cuestionario extenso, parcialmente validado, debido a que se basó principalmente en una investigación previa también de morbilidad percibida facilitada por una de las autoras, sin embargo se incluyeron otros padecimientos así como síntomas de insuficiencia renal crónica, neurosensitivos y antecedentes familiares, tomando en consideración lo expuesto por varios autores que se mencionaron anteriormente en la sección de análisis y recolección de la información. De igual forma, en la aplicación del cuestionario participaron 16 personas, tanto del Laboratorio Nacional de Aguas, la Cruz Roja y de la Asociación de desarrollo de Cañas, por lo cual la heterogeneidad de los colaboradores pudo ser un elemento que afectara los datos recopilados.

En relación al tratamiento de los datos, no se obtuvo suficiente cantidad para calcular el Índice de Masa Corporal, tampoco sobre la edad ni el año de diagnóstico de enfermedades consultadas, por lo cual, esas variables no fueron tomadas en consideración. De igual forma se excluyeron del análisis: la amnesia, enfermedad pulmonar restrictiva, deterioro de la sensación de frío o calor, edema de pie, deterioro de la sensación de vibración, bronquiectasia y estertores, por considerarse que pueden abordarse de una mejor forma respecto a solamente la morbilidad percibida, los últimos cuatro no se incorporaron en la versión optimizada del cuestionario anexo.

Se tuvo limitación para comprender el efecto de algunos factores de riesgo, en la relación de enfermar asociada a la exposición, por falta de sujetos al estratificar.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo incluye la información correspondiente a los resultados de los dos objetivos específicos planteados, las primeras nueve sub partes abarcan la exploración del riesgo a nivel nacional. Posteriormente se presentan tres secciones sobre el riesgo en la comunidad expuesta en comparación con la no expuesta.

Los resultados del diseño ecológico se presentan por cada padecimiento según el análisis espacial, de series temporales y la clasificación por zonas de exposición.

Respecto a los datos del LNA se tenía un total de 2031 análisis del 2009 al 2011 en sistemas de abastecimiento de agua, incluyendo la red de distribución, fuentes, mezclas de las fuentes, tanques de almacenamiento, plantas potabilizadoras, entre otros; dentro de la totalidad de los análisis se incluyen resultados de un mismo punto de muestreo. Se lograron ubicar por distrito 1967 análisis. Es importante señalar, que al momento en el cual se realizó el trabajo al LNA le faltaban gran cantidad de áreas por analizar su calidad química a nivel nacional, principalmente ubicadas en el centro del país.

Se debe tomar en consideración que el propósito del diseño ecológico es ordenar los datos existentes de exposición y cotejarlos con los de salud. El principal alcance de la exploración, es describir la situación de riesgo por áreas geográfico poblacionales de cada padecimiento, para que sirva como insumo a futuras investigaciones que deben realizarse enfocadas al tema, así como para plantear hipótesis en relación a la morbilidad de lo estudiado y mostrar posibles áreas prioritarias para ser abordadas a nivel de salud.

#### **4.1. Riesgo de Insuficiencia Renal Crónica en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico**

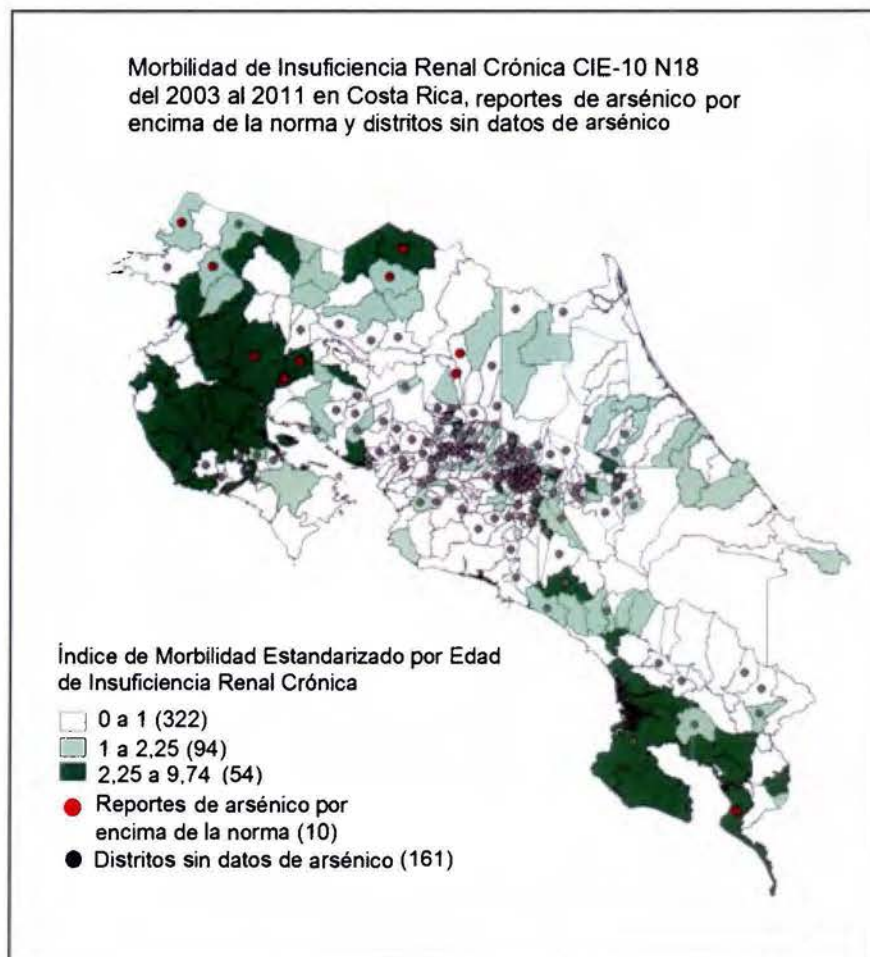
A continuación se presenta el análisis espacial a nivel nacional de Insuficiencia Renal Crónica, el análisis temporal del riesgo en áreas con al menos un dato de concentraciones de arsénico sobre la norma y finalmente se muestra una síntesis del riesgo por zonas de exposición.

#### 4.1.1. Análisis espacial de la morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica del 2003 al 2011

El análisis espacial se realizó del 2003 al 2011 y se utilizó como referencia la proyección de población del año medio, en este caso la del 2007. Se utilizó el código N18 de la CIE-10 el cual incluye la Insuficiencia Renal terminal, otras insuficiencias renales y la Insuficiencia Renal crónica no especificada.

A continuación se presenta el mapa de IRC a nivel nacional:

**Ilustración 1:** Mapa del IME de Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 del 2003 al 2011 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentración de arsénico.



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA, proyecciones distritales de población del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En la ilustración anterior se observa un patrón espacial definido en distritos ubicados al noroeste del país, en la península de Nicoya, península de Osa, al sur y algunos al centro del país, en los cuales se presentaron las mayores probabilidades de enfermar, es decir en un rango de 2,25 a 9,74 veces más riesgo en comparación con el resto del país.

Respecto a los diez distritos en los cuales se tiene al menos un resultado por encima de la norma de arsénico, en ocho de ellos el IME por Insuficiencia Renal Crónica es mayor al promedio nacional (1,00) a continuación se detallan.

En el rango de mayor riesgo antes mencionado se encontraron los siguientes cinco distritos: en la parte norte, el central de Los Chiles 7,11 (IC 4,94 - 9,29), el central de Bagaces 5,12 (IC 3,32 – 6,92), central de Cañas 4,68 (IC 3,39 - 5,96) y Bebedero de Cañas con uno de los valores más altos del país 9,33 (IC 4,26-14,40) todos los IME mencionados anteriormente indican el exceso de riesgo de cada área en comparación con el promedio nacional, los datos son significativos estadísticamente y precisos, con excepción de esa última área la cual tiene baja precisión. La morbilidad bruta fue 3, 62; 3,00; 2,61 y 4,97 por cada mil personas para cada área respectivamente.

Por último, al sur del país, se encontró que la morbilidad bruta de Pavón de Golfito fue 1,44 por cada mil personas y al estandarizar por edad el riesgo fue 2,66 (IC 0,53 – 4,78) veces más en comparación con lo que ocurrió a nivel nacional.

En el rango intermedio de 1 a 2,25 mayor probabilidad de enfermar en comparación con el resto del país, se encontraron tres distritos sobre la norma: Mayorga de Liberia, cuya morbilidad bruta fue 0,75 por cada mil personas y al controlar la edad el riesgo fue 1,31 (IC 0,00-3,87), asimismo, en el distrito central de La Cruz, la morbilidad bruta fue 1,23 por cada mil personas y al estandarizar por edad se encontró 2,21 (IC 0,84 - 3,58) más riesgo. Finalmente en El Amparo de Los Chiles, se encontró una morbilidad bruta de 0,69 por cada mil personas y al estandarizar por edad se observó un exceso de riesgo de 1,43 (IC 0,03 – 2,83) todos en comparación con el promedio nacional del 2003 al 2011.

A continuación se muestra una síntesis del riesgo de IRC de los distritos con al menos un análisis de arsénico en el agua para consumo humano sobre la norma.

**Cuadro 3:** Síntesis de riesgo de IRC del 2003 al 2011 en distritos con al menos un análisis sobre la norma de arsénico en el agua para consumo humano

Código y nombre del distrito	Morbilidad bruta <sup>a</sup>	IME	Intervalo de confianza		Rango de concentraciones de arsénico (µg/L) por distrito del 2009 al 2011
			Límite Inferior	Límite Superior	
21009: La Palmera	0,37	0,73	0,00	1,74	3 a 18
21004: Aguas Zarcas	0,39	0,77	0,20	1,34	N.D a 187
50103: Mayorga	0,75	1,31	0,00	3,87	N.D a 38
21403: El Amparo	0,69	1,43	0,03	2,83	ND a 17
51001: La Cruz	1,23	2,21	0,84	3,58	3 a 36
60704: Pavón	1,44	2,66	0,53	4,78	ND a 23 <sup>b</sup>
50601: Cañas	2,61	4,68**	3,39	5,96	ND a 144
50401: Bagaces	3, 00	5,12**	3,32	6,92	ND a 89
21401: Los Chiles	3, 62	7,11**	4,94	9,29	ND a 14
50604: Bebedero	4,97	9,33*	4,26	14,40	16

(\*) Significativo estadísticamente

(\*\*) Significativo estadísticamente y alta precisión

(<sup>a</sup>) Por cada mil personas

(N.D) No detectado, límite de detección 1 µg/L

(<sup>b</sup>) Dato del 2013

Fuente: Elaboración propia con base en proyecciones distritales de población del CCP, datos del LNA y Área de Estadística de la CCSS, 2013

En el cuadro anterior se observan los dos distritos con presencia de arsénico por encima de la norma y cuyo IME se encontró por debajo del promedio nacional, los cuales fueron: Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos.

En el anexo 4, Cuadro 31, se detallan los 146 distritos con excesos de riesgo, inclusive los 32 con esa característica, que se excluyeron del análisis sin datos de arsénico al momento que se realizó el trabajo.

Cabe mencionar las siguientes áreas que se encontraron con exceso de riesgo de enfermar sobre el promedio nacional con significancia estadística de Insuficiencia Renal Crónica del 2003 al 2011, se presentan según la categoría de exposición a arsénico, provincia y código del distrito:

- Clasificados en la categoría de mediana a alta exposición en Guanacaste 50604: Bebedero, 50401: Bagaces y 50601: Cañas, en Alajuela 21401: Los Chiles.
- Clasificados como baja exposición: en Puntarenas 60701: Golfito, 60501: Cortés y 60702: Jiménez, en Guanacaste 50104: Nacascolo, 50501: Filadelfia, 50301: Santa Cruz, 50502: Palmira, 50201: Nicoya, 50304: Tempate y 50101: Liberia, en Limón 70502: Batán, en Cartago 30104: San Nicolás y en Alajuela 21001: Quesada.
- Clasificados como no expuestos: en Guanacaste 50206: Nosara, 50205: Sámara, 50307: Diría, 50303: Veintisiete de Abril, 51101: Hojancha, 50202: Mansión, 50203: San Antonio, en Puntarenas 60703: Guaycará, 60502: Palmar, en San José 11906: Platanares, 21303: San José (Pizote), en Alajuela 20301: Grecia, en Cartago 30501: Turrialba y en Limón distrito central 70101: Limón.
- Excluidos: en Heredia 40206: San José de la Montaña, en San José 10101: Carmen, 11001: Alajuelita, 11903: Daniel Flores y en Cartago 30101: Oriental.

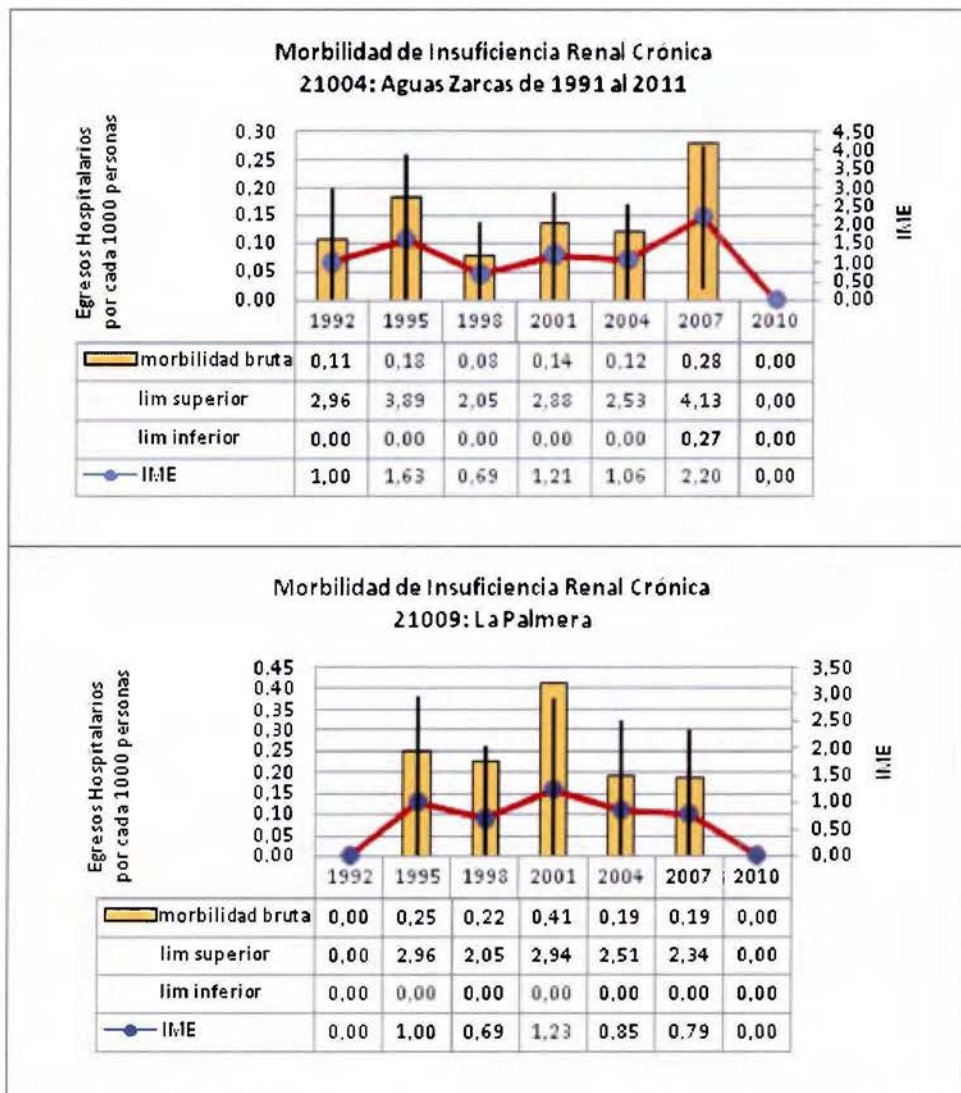
Respecto al total de egresos hospitalarios por IRC en el periodo del 2003 al 2011 se desconoce la ubicación por distrito de solamente el 0,88% de los casos (incluidos los extranjeros), por lo que este porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial y la clasificación por áreas de exposición. Sin embargo la totalidad de los casos que se presentaron en ese período y en el resto de los años de estudio (de 1991 al 2011) sí se incluyó en el análisis de la serie temporal a nivel nacional (Ver Gráfico 6).

En la Tabla 2 se muestran los datos absolutos sobre la cantidad de distritos de acuerdo a los resultados del IME de todos los padecimientos, por las áreas de exposición, lo cual permite observar la cantidad de lugares tanto con presencia de arsénico sobre la norma como con valores inferior a éste en donde se presentó exceso de riesgo y protección, respecto a lo ocurrido a nivel nacional.

#### 4.1.2. Análisis temporal de la morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica en distritos de mediana a alta exposición de 1991 al 2011

Los datos de los dos primeros trienios que incluyen los años de 1991 a 1996 se tomaron de la base de datos de Egresos Hospitalarios de la CCSS disponible en el CCP, se utilizó el código CIE-9 585. A partir de 1997 y hasta el 2011 se utilizaron los datos en línea del Área de Estadística de la CCSS, con el código CIE-10 N18. A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos de IRC:

**Gráfico 1:** Serie temporal de 1991 al 2011 de morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica en los distritos de Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, proyecciones distritales de población, egresos hospitalarios del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2012

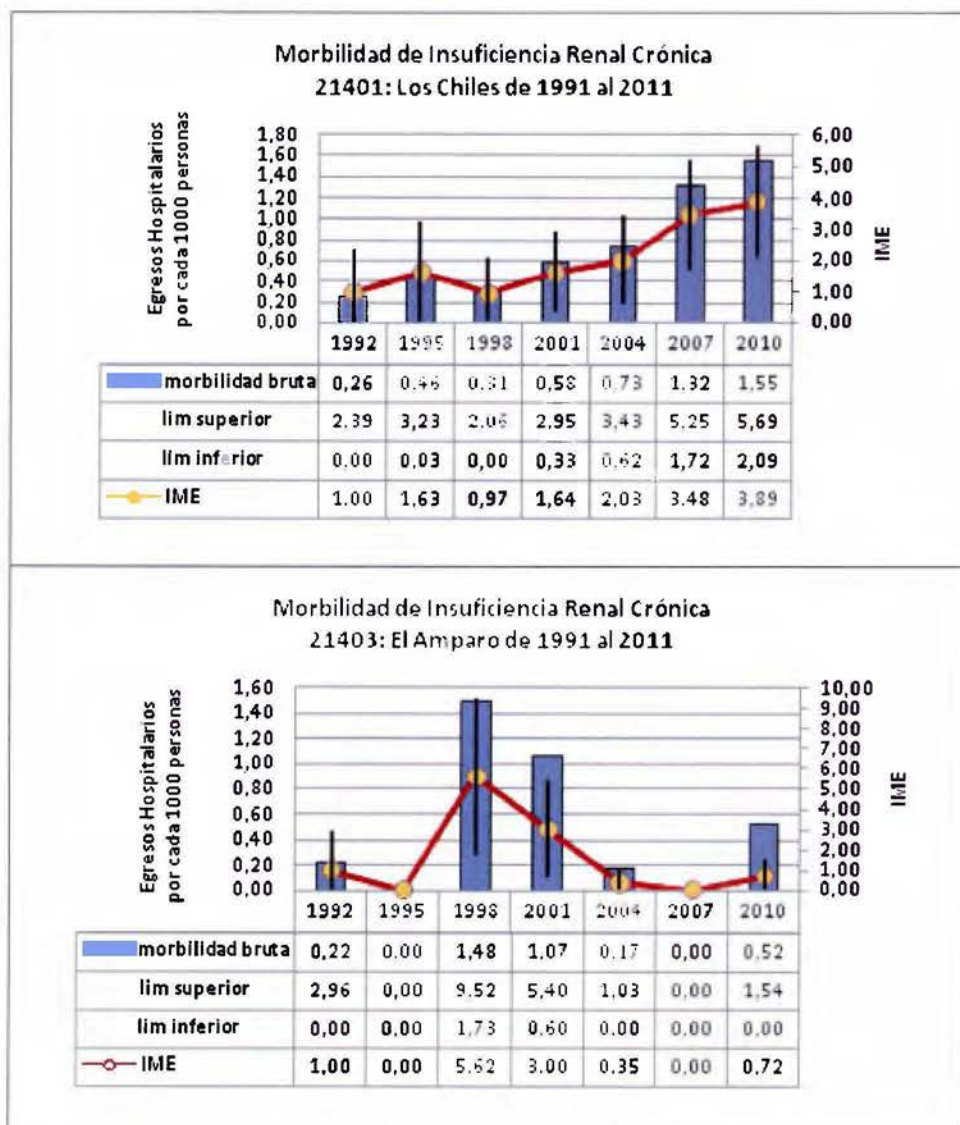


En el gráfico anterior se observa la oscilación de la serie temporal del distrito de Aguas Zarcas, se encontraron cuatro trienios que al estandarizar por edad el riesgo fue mayor en comparación con lo que ocurrió en el primer trienio (1991 a 1993), se observó exceso de riesgo respecto a ese período de 1994 a 1996 y del 2000 al 2008. Se destaca el último trienio con casos (del 2006 al 2008) con la mayor morbilidad bruta y el riesgo fue 2,20 en comparación con lo que ocurrió en esa área de 1991 a 1993.

En la serie temporal del distrito de La Palmera la morbilidad bruta más alta ocurrió del 2000 al 2002, en ese período se presentó el mayor exceso de riesgo de 1,23 veces más en comparación con lo que ocurrió en el primer trienio del cual se tenían registro de casos (1994 a 1996).

A continuación se presentan las series temporales del distrito central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles de IRC:

**Gráfico 2:** Serie temporal de 1991 al 2011 de morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica en el distrito central de Los Chiles y el Amparo de Los Chiles



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, proyecciones distritales de población, egresos hospitalarios del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2012

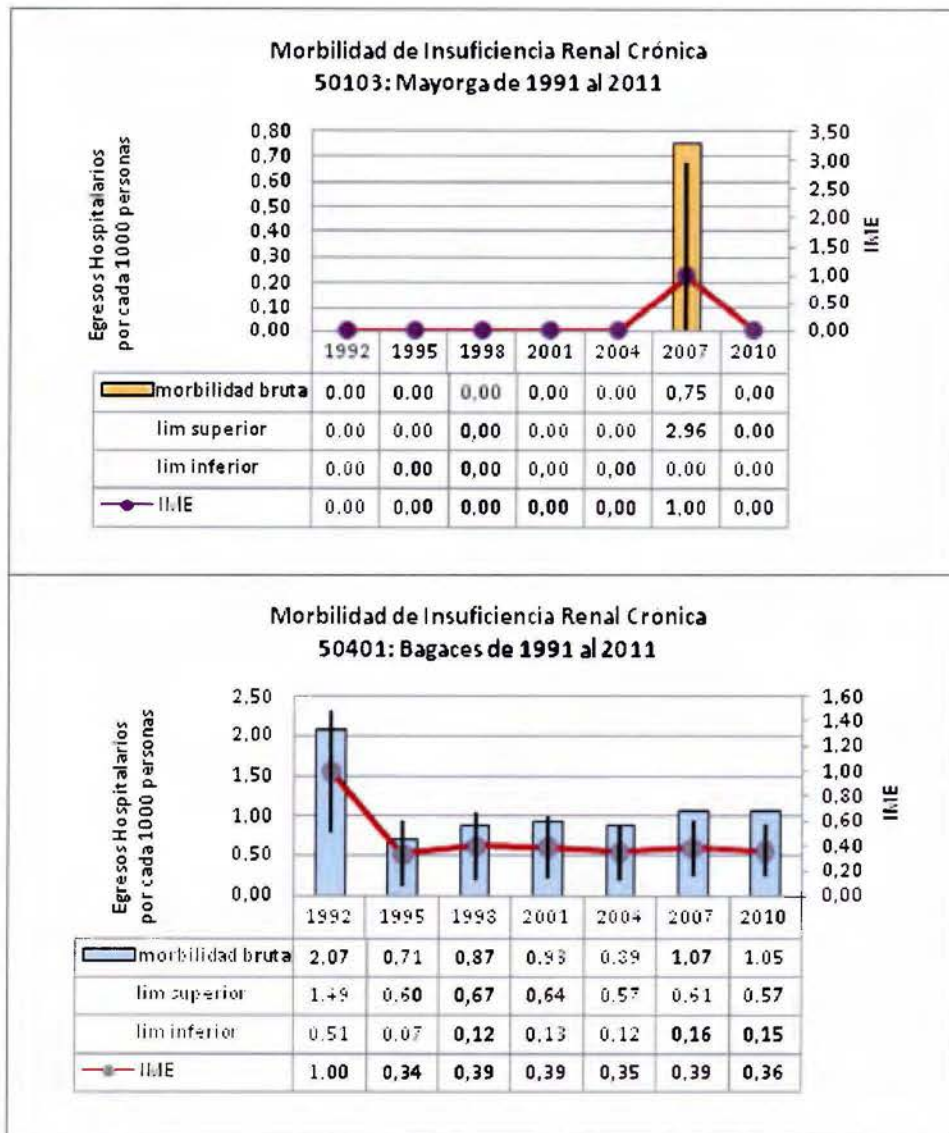
En el gráfico anterior se observa un incremento a lo largo del tiempo en la morbilidad del distrito central de Los Chiles, lo cual corresponde con la hipótesis y lo que se esperaba encontrar. A excepción del trienio de 1997 a 1999, en todos los demás períodos se presentaron excesos de riesgo en comparación con esa misma área en el primer trienio con casos (1991 a 1993). Se destacan los datos de los últimos dos trienios, los cuales son significativos estadísticamente.

La mayor morbilidad bruta se observó al finalizar la serie (del 2009 al 2011) y fue 1,55 por cada mil personas, de igual forma se encontró en ese período el mayor exceso de riesgo estandarizado 3,89 (IC 2,09 - 5,69) veces más en comparación con el primer trienio, con alta precisión.

Respecto a la serie temporal del distrito de El Amparo en Los Chiles, se destaca que desde 1997 hasta el 2002 se presentó un exceso de riesgo de enfermar, la mayor morbilidad bruta se observó en el trienio de 1997 a 1999, al estandarizar por edad el riesgo fue 5,52 (IC 1,73–9,52) veces más en comparación con lo que ocurrió en esa misma área en el primer trienio con casos (1991 a 1993) con significancia estadística. Ese último dato fue el IME más elevado de los distritos analizados.

A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Mayorga de Liberia y del distrito central de Bagaces por IRC:

**Gráfico 3:** Serie temporal de 1991 al 2011 de morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica en los distritos de Mayorga de Liberia y el central de Bagaces



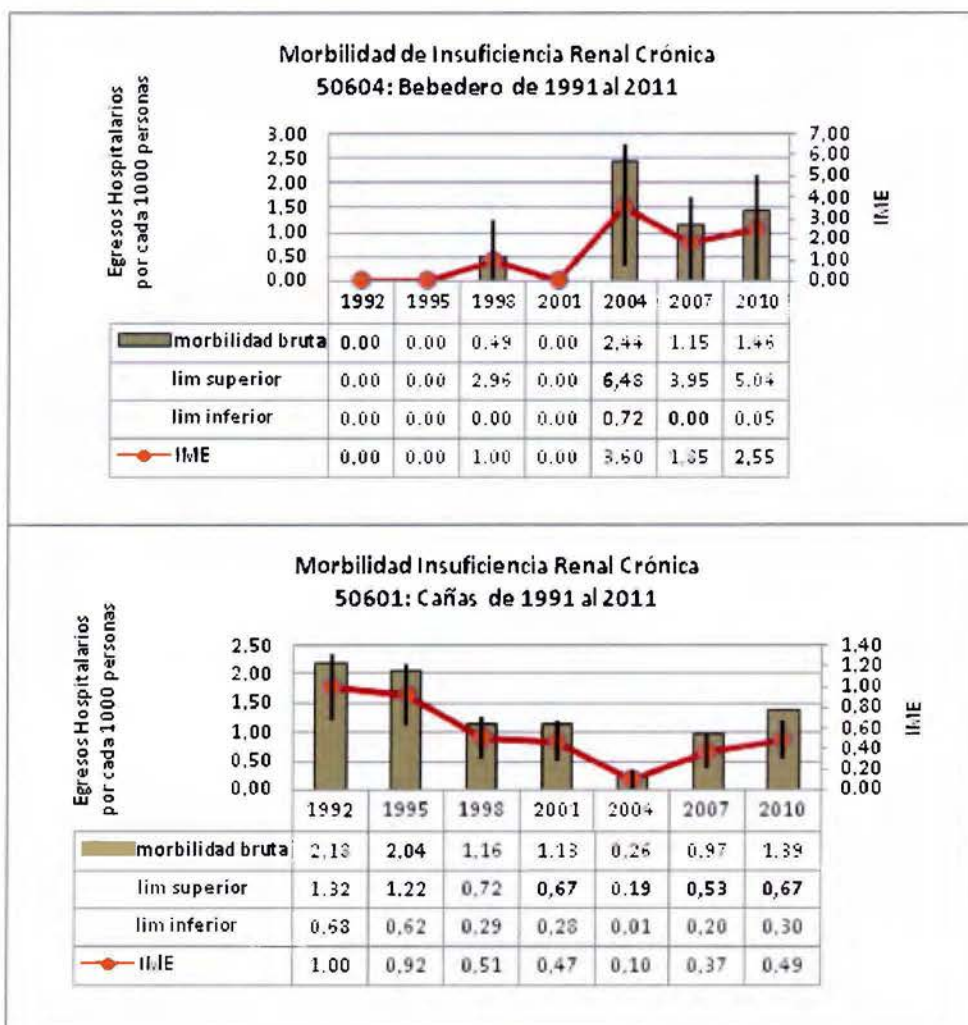
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, proyecciones distritales de población, egresos hospitalarios del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En el grafico anterior se observa la serie temporal del distrito de Mayorga de Liberia, área en que se presentaron egresos solamente en el trienio del 2006 al 2008. La morbilidad bruta durante ese período fue de 0,75 por cada mil personas.

Respecto al distrito central de Bagaces, la mayor morbilidad bruta se presentó en el primer trienio es decir de 1991 a 1993, con un elevado valor de 2,07 por cada mil personas. En comparación con ese primer período, los siguientes no presentaron exceso de riesgo con significancia estadística, cabe destacar que los egresos en esa área por IRC a lo largo del tiempo han sido constantes y elevados. Se destacan los últimos dos trienios del 2006 al 2008 y del 2009 al 2011 en los cuales se observó una alta morbilidad bruta de 1,07 y 1,05 respectivamente por cada mil personas.

A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Bebedero de Cañas y el central de Cañas por IRC:

**Gráfico 4:** Serie temporal de 1991 al 2011 de morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica en el distrito de Bebedero de Cañas y central de Cañas



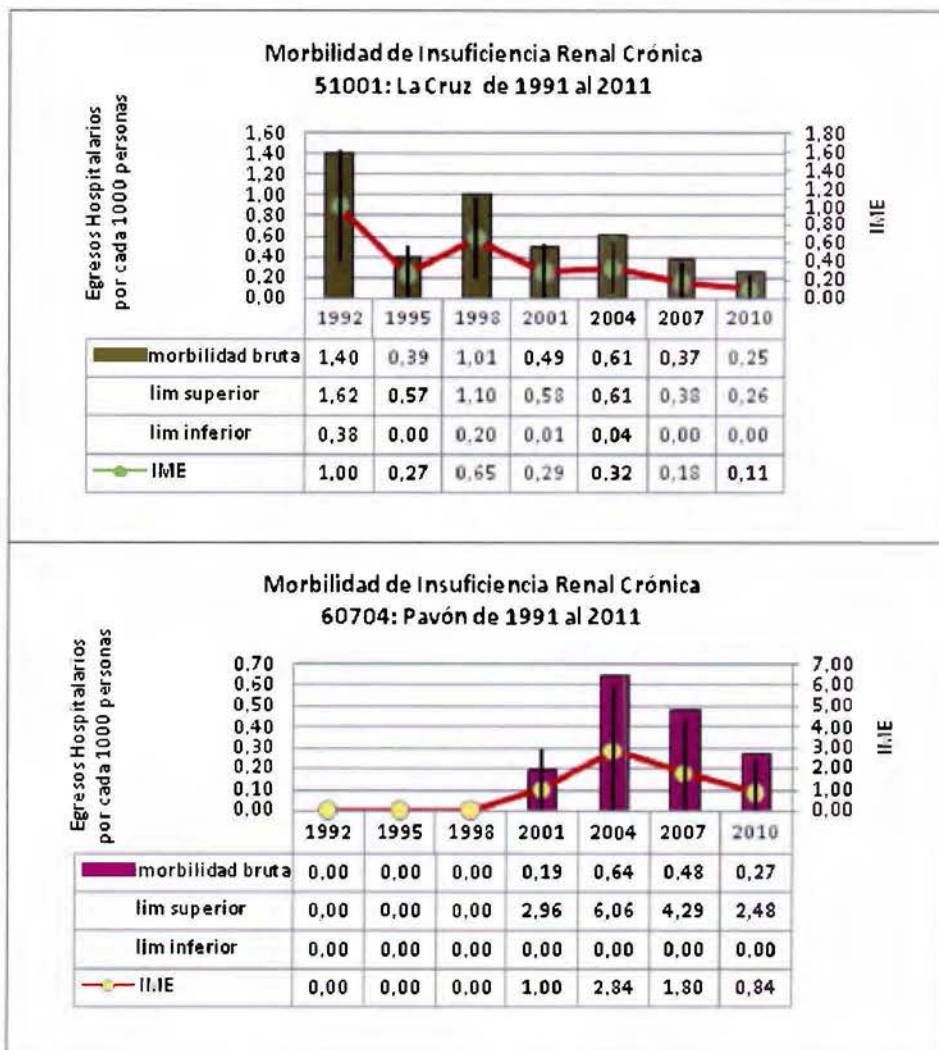
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, proyecciones distritales de población, egresos hospitalarios del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa durante los últimos tres trienios del distrito de Bebedero de Cañas elevados valores en la morbilidad bruta así como excesos de riesgo de enfermar en comparación con el trienio de 1997 a 1999, el más alto fue 3,60 del 2003 al 2005 con una morbilidad bruta de 2,44 por cada mil personas.

En el distrito central de Cañas, la morbilidad bruta más alta ocurrió en el primer trienio (1991 a 1993) con un alto valor de 2,18 por cada mil personas. En comparación con ese período, al estandarizar por edad, no hubo excesos de riesgo, sino que decreció con significancia estadística a partir del siguiente período, sin embargo se muestran datos altos en la morbilidad bruta, hasta el trienio del 2003 al 2005. En los siguientes dos trienios el riesgo se incrementó y alcanzó durante el período 2009 a 2011 una morbilidad bruta de 1,39 por cada mil personas.

A continuación se presenta la serie temporal del distrito central de La Cruz y Pavón de Golfito por IRC:

**Gráfico 5:** Serie temporal de 1991 al 2011 de morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica en el distrito central de La Cruz y Pavón de Golfito



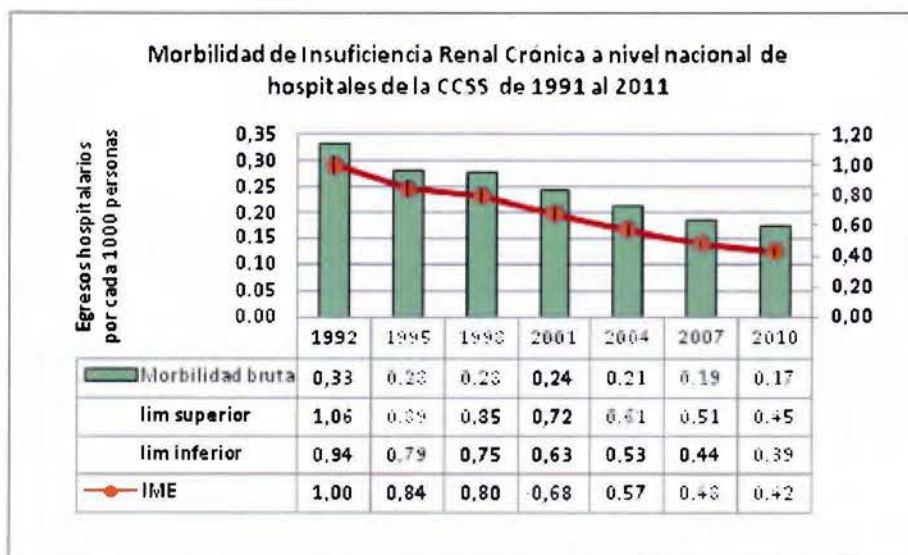
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, proyecciones distritales de población, egresos hospitalarios del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior del distrito central de La Cruz, de igual forma la morbilidad bruta más alta ocurrió en el primer trienio de 1991 a 1993 y fue 1,40 por cada mil personas, en los siguientes dos períodos el riesgo osciló. En comparación con ese período todos los IIME estuvieron por debajo del valor de 1,00, por lo que no hubo excesos de riesgo, a partir del trienio del 2003 al 2005 la probabilidad de enfermar disminuyó hasta el final de la serie, se observó significancia estadística del 2000 al 2005.

Respecto a la serie temporal del distrito de Pavón de Golfito, se presentaron egresos a partir del trienio del 2000 al 2002, la tendencia se incrementó en el siguiente trienio con la morbilidad bruta más alta de la serie, el riesgo estandarizado fue 2,84 veces mayor, posteriormente decreció, sin embargo en el trienio del 2006 al 2008 de igual forma hubo un exceso de riesgo de 1,80 ambos en comparación con el primer período del cual se tienen registros.

A continuación se presenta la serie temporal de la tendencia a nivel nacional en comparación con el trienio de 1991 a 1993.

**Gráfico 6:** Serie temporal de 1991 al 2011 de morbilidad por Insuficiencia Renal Crónica a nivel nacional.



Fuente: Elaboración propia con base en proyecciones distritales de población, egresos hospitalarios del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa que la tendencia del riesgo de egresos por Insuficiencia Renal Crónica decreció en comparación con lo ocurrido de 1991 a 1993, en donde se observó la morbilidad bruta más elevada. En los siguientes trienios el IME se mantuvo por debajo de 1,00 sin excesos de riesgo respecto al período mencionado anteriormente, los datos muestran significancia estadística y alta precisión.



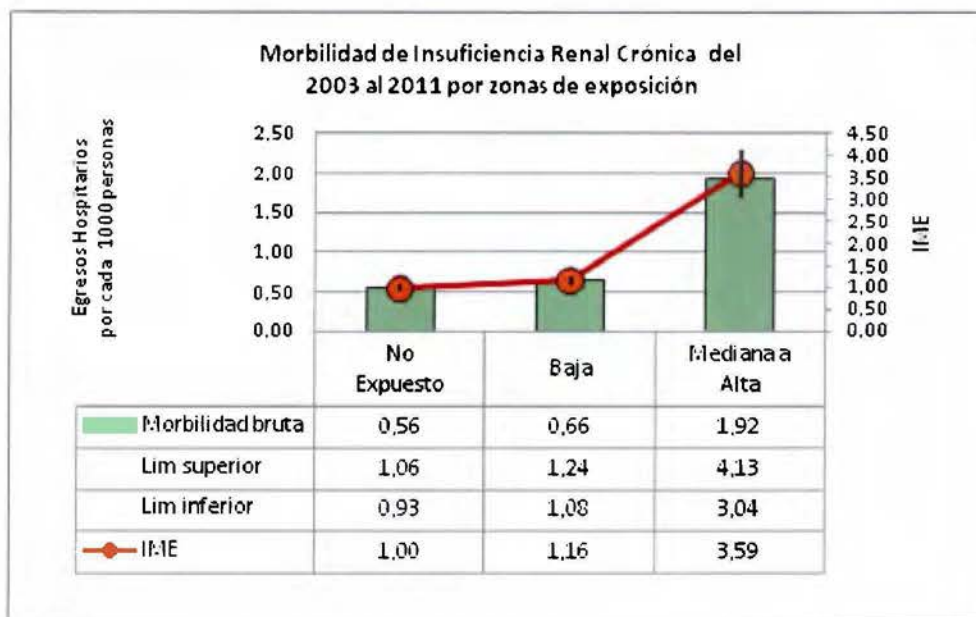
Lo anterior llama la atención debido a los comportamientos observados en algunas áreas con concentraciones de arsénico sobre la norma, en donde las tendencias de excesos de riesgo y morbilidad bruta de esos lugares difieren respecto a lo que ocurrió a nivel nacional. Especialmente el distrito central de Los Chiles en el cual la morbilidad bruta aumentó en el tiempo, presentando la mayor acumulación de casos al final de la serie. Además, en Bebedero de Cañas y el distrito central de Cañas durante los últimos trienios el IME de igual forma se incrementó. Esta información se considera importante, porque responde a las tendencias que se esperaban observar, así como alerta a las entidades de salud para la vigilancia y prevención en esos lugares.

En al menos un trienio de las series temporales de todos los distritos con presencia de arsénico por encima de la norma, la morbilidad bruta fue mayor en comparación con la nacional. Se destacan los distritos centrales de La Cruz, Cañas y Bagaces en los cuales la morbilidad bruta de todos sus trienios presentó esa característica.

#### 4.1.3. Clasificación por zonas de exposición a arsénico e Insuficiencia Renal Crónica

A continuación se presenta el IME de IRC según las zonas de exposición:

**Gráfico 7:** Clasificación por zonas de exposición e Insuficiencia Renal Crónica del 2003 al 2011



Fuente: Elaboración propia con base en proyecciones distritales de población del CCP, datos del LNA y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa una asociación de las áreas clasificadas en la categoría de mediana a alta exposición con un exceso de riesgo de 3,59 (IC 3,04 – 4,13) en comparación con el promedio nacional del 2003 al 2011, la morbilidad bruta en esa categoría fue 1,92 por cada mil personas. De igual forma se encontró una asociación de las áreas clasificadas en baja exposición, con un bajo riesgo de 1,16 (IC 1,08 – 1,24) por estar muy cercano al valor de 1,00 la morbilidad bruta fue 0,66 por cada mil personas, ambos IME con significancia estadística y alta precisión.

Sin embargo, en relación a las áreas no expuestas, no se muestra exceso de riesgo, sino que el IME fue 1,00. Es decir, se encontró igual número de casos esperados y observados. La morbilidad bruta de estas áreas fue la menor de las tres categorías 0,56 por cada mil personas. Se observa que conforme aumentó la exposición, se incrementó tanto la morbilidad bruta como en el riesgo estandarizado. Esos datos son importantes porque brindan elementos, para profundizar en la relación de la exposición crónica a arsénico y la IRC.

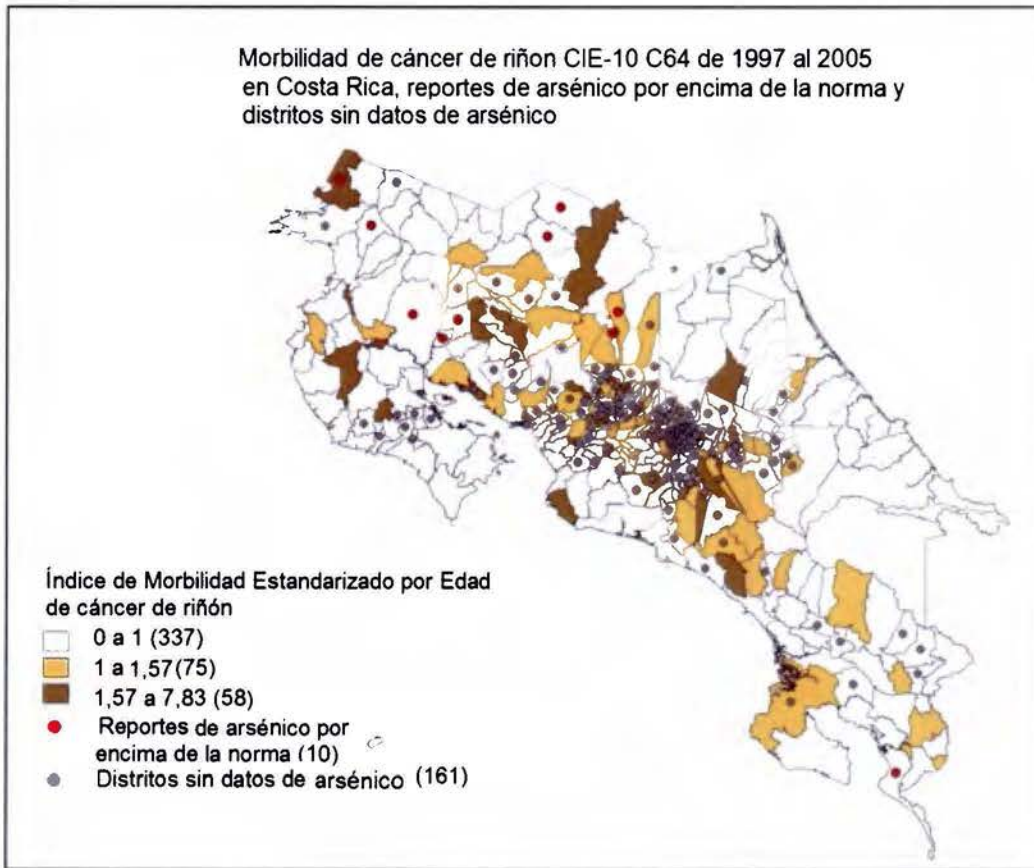
#### **4.2. Riesgo de cáncer de riñón en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico**

A continuación se presenta el análisis espacial a nivel nacional de cáncer de riñón, un análisis temporal del riesgo en áreas con al menos un dato de concentraciones de arsénico sobre la norma y finalmente se muestra una síntesis del riesgo por zonas de exposición.

##### **4.2.1. Análisis espacial de la morbilidad por cáncer de riñón de 1997 al 2005**

A continuación se presenta el mapa de cáncer de riñón a nivel nacional:

**Ilustración 2:** Mapa del IME por cáncer de riñón CIE-10 C64 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico.



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA, proyecciones distritales de población del CCP y Registro Nacional de Tumores, 2012

En términos generales se observa un patrón espacial diagonal en el país, de noroeste a sureste el cual es similar al IME representado en los mapas de las ilustraciones 3 y 4 de morbilidad de cáncer de vejiga e hígado y vías biliares intrahepáticas respectivamente.

En la ilustración anterior se observan dos distritos con presencia de arsénico sobre la norma, con exceso de riesgo en comparación con el promedio nacional de 1997 al 2005, el distrito central de La Cruz ubicado en el mayor rango, presentó un riesgo estandarizado por edad de 2,51 (IC 0,05 – 4,97) veces más y la morbilidad bruta durante el mismo período fue 0,49 por cada mil personas.

El distrito de Aguas Zarcas, se encontró en el rango intermedio, el riesgo estandarizado fue 1,12 (IC 0,00–2,38) en comparación con lo ocurrido de 1997 al 2005 a nivel nacional.

Los otros distritos con datos de arsénico por encima de la norma, presentaron un IME de cáncer de riñón por debajo 1,00 (Los Chiles, El Amparo de Los Chiles, Bagaces, Cañas, Bebedero de Cañas, La Palmera de San Carlos y Pavón de Golfito) lo cual llama la atención, debido a que difiere de lo esperado.

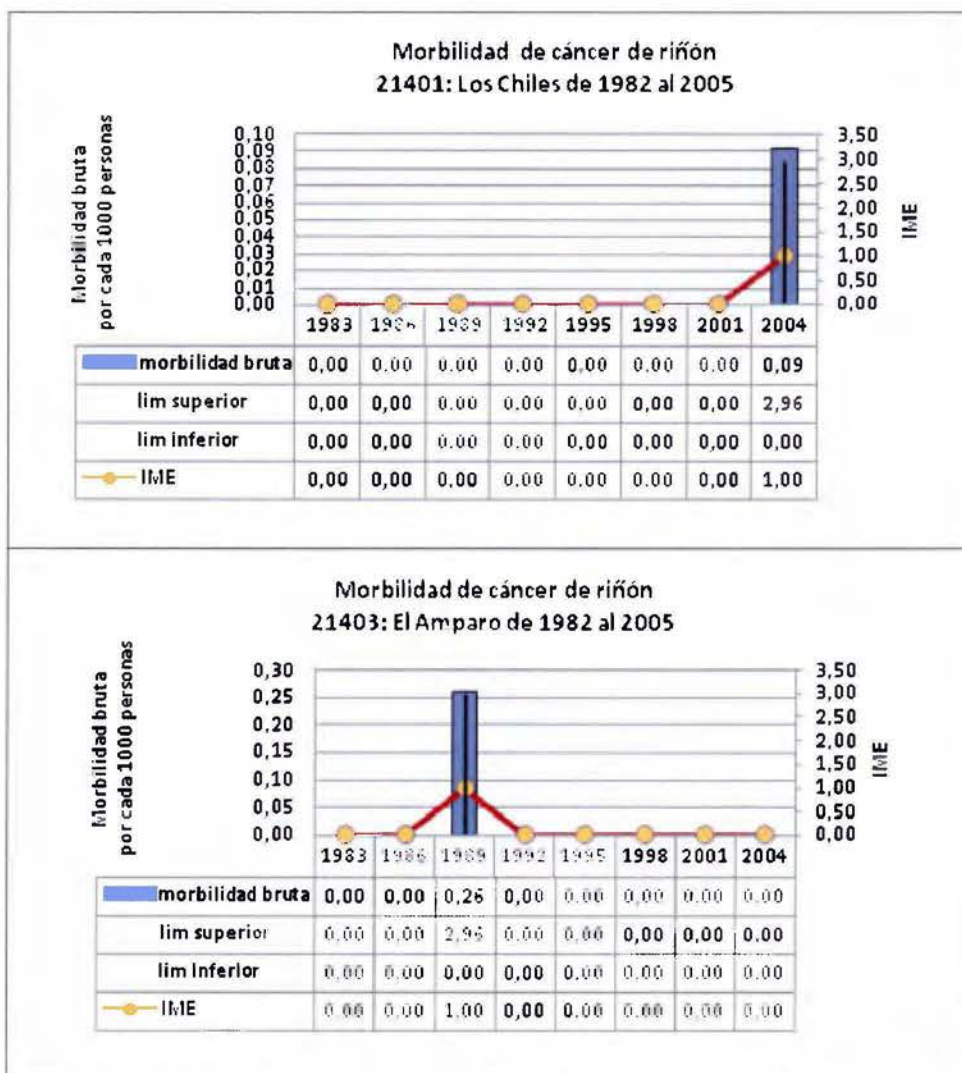
Las áreas con excesos de riesgo de enfermar sobre el promedio nacional con significancia estadística de 1997 al 2005 de cáncer de riñón según la clasificación por zonas de exposición, provincia y código de distrito son las siguientes: en la categoría de baja exposición en Heredia el distrito central 40101: Heredia, en la categoría de no expuesto en Cartago 30301: Tres Ríos, finalmente los excluidos en San José están 10101: Carmen, 10801 Guadalupe y 11501: San Pedro. Para conocer otras áreas con exceso de riesgo (Ver anexo 4, Cuadro 32).

Respecto a la morbilidad de cáncer de riñón de 1997 al 2005 se desconoce la ubicación del distrito de residencia del paciente del 7 % del total de los casos ocurridos en ese período; por lo que este porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial y la clasificación por áreas de exposición. Sin embargo, la totalidad de los casos que se presentaron durante ese período y en los otros años de estudio, sí se incluyeron en el análisis de la serie temporal a nivel nacional (Ver Gráfico 11).

#### **4.2.2. Análisis temporal de la morbilidad de cáncer de riñón en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005**

A continuación se presentan las series temporales del distrito central de Los Chiles y el Amparo de Los Chiles de cáncer de riñón:

**Gráfico 8:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de riñón en el distrito central de Los Chiles y El Amparo

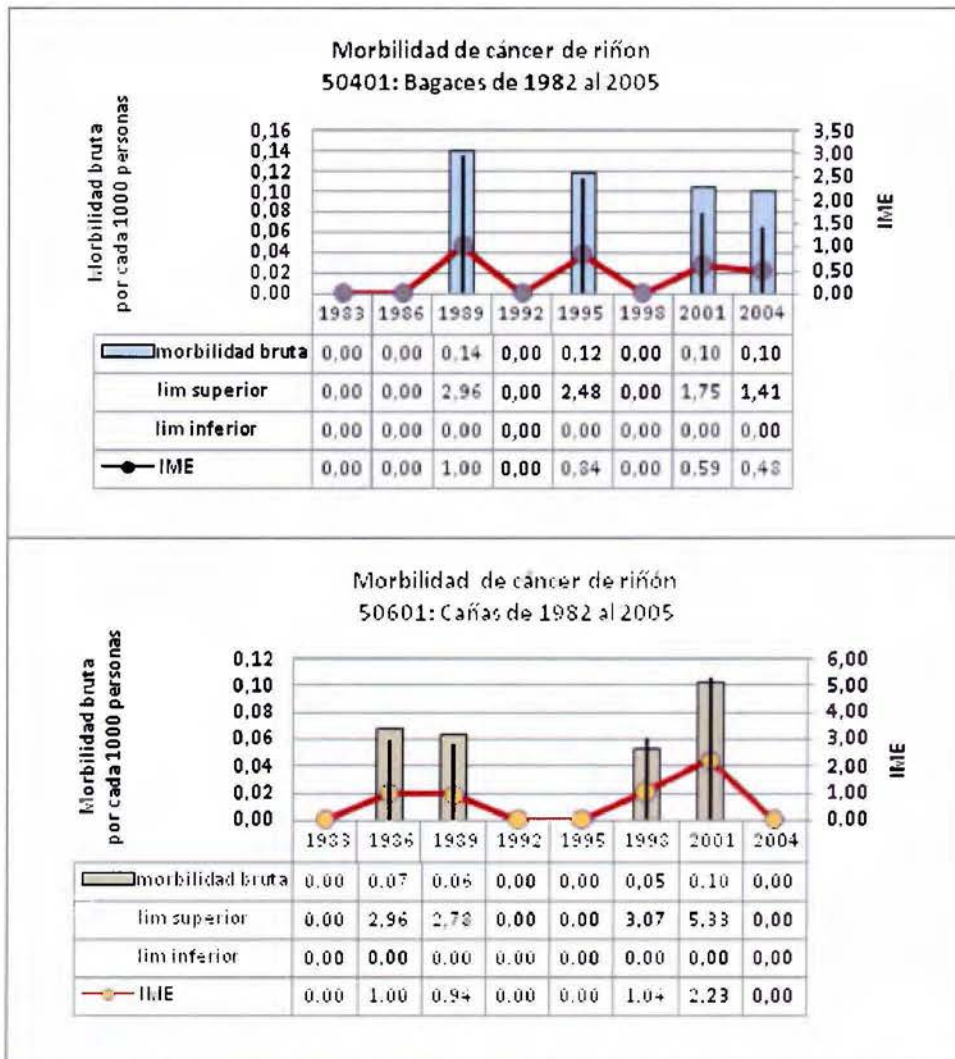


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior se observa que en el distrito central de Los Chiles hubo incidencia solamente en el último trienio (del 2003 al 2005), la morbilidad bruta en ese período fue 0,09 por cada mil personas. Asimismo, ocurrió en El Amparo de Los Chiles, en el trienio de 1988 a 1990, la morbilidad bruta de esa área fue 0,26 por cada mil personas.

A continuación se presenta la serie temporal del distrito central de Bagaces y central de Cañas por cáncer de riñón:

**Gráfico 9:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de riñón en el distrito central de Bagaces y central de Cañas

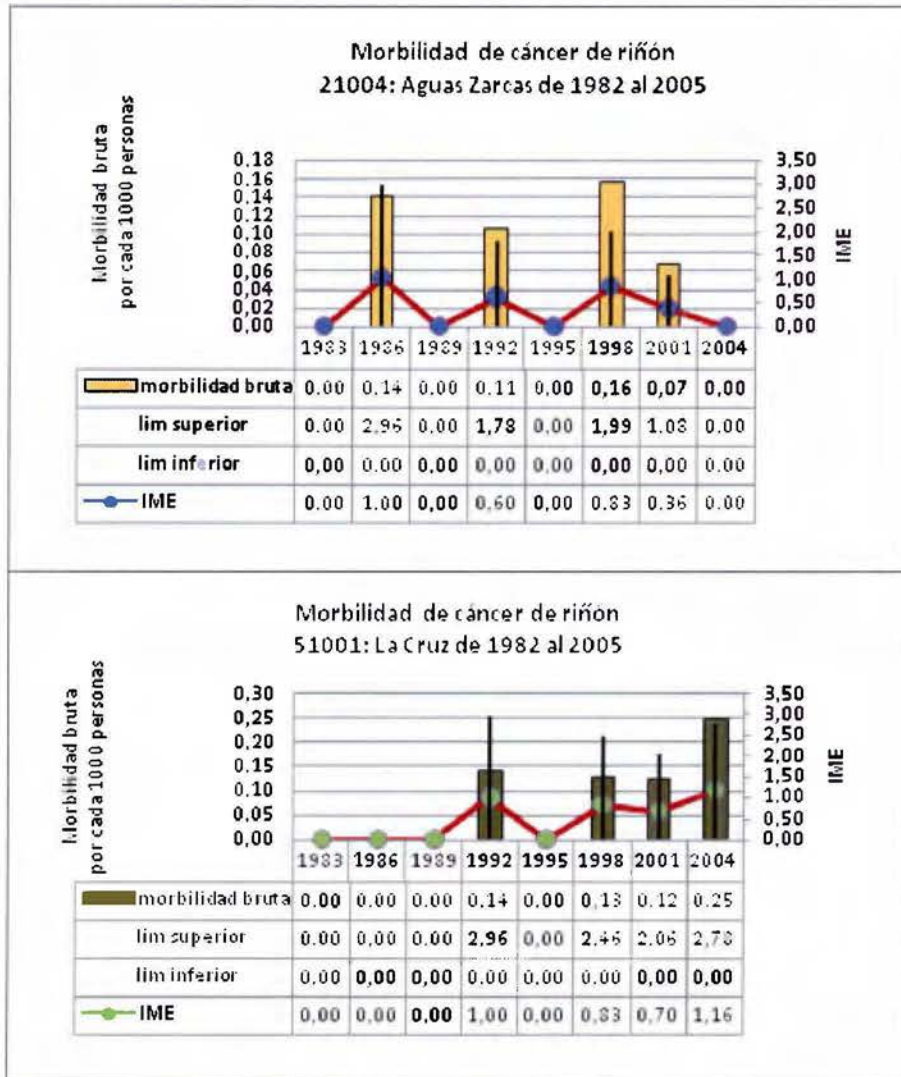


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior respecto al distrito central de Bagaces, no se observa exceso de riesgo en ningún trienio respecto al primero con casos de 1988 a 1990, en ese período ocurrió la mayor morbilidad bruta. Posteriormente el riesgo fue oscilante y hubo casos en cuatro trienios de los ocho analizados. En el distrito central de Cañas, de igual forma se presentaron casos en cuatro períodos, no obstante, si se observó exceso de riesgo y un aumento en los períodos de 1997 a 1999 y del 2000 a 2002, en éste alcanzó el mayor valor con 2,23 veces más riesgo respecto con el período de 1985 a 1987 en el cual se registró el primer caso.

A continuación se presenta la serie temporal de los distritos de Aguas Zarcas y el central de La Cruz de cáncer de riñón:

**Gráfico 10:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de riñón en los distritos de Aguas Zarcas y el central de La Cruz



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

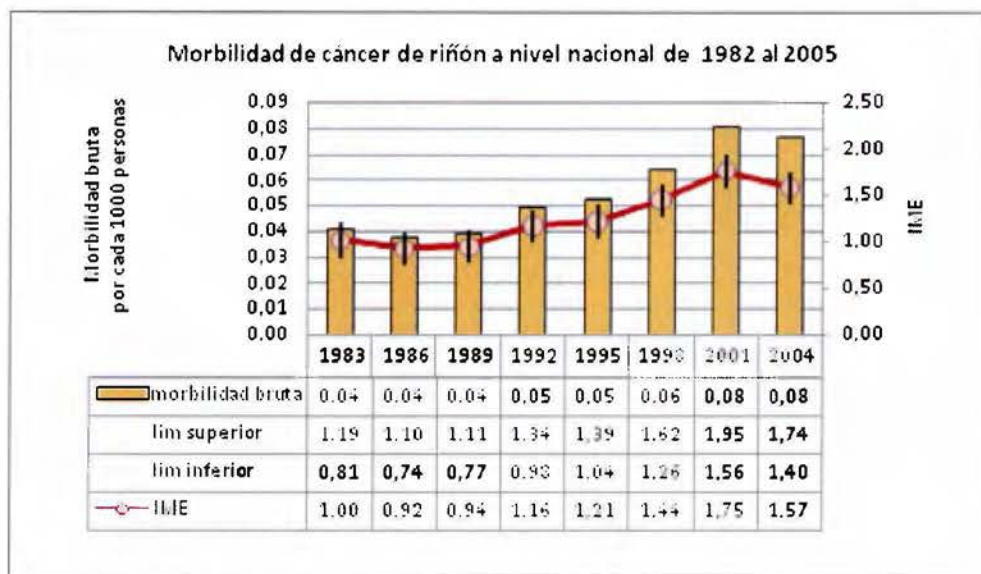
En gráfico anterior se observa de Aguas Zarcas una oscilación del riesgo, no se encontraron trienios con exceso de riesgo en comparación con lo que ocurrió de 1985 a 1987 en el cual se registró el primer caso en esa área.

Asimismo, hubo casos en cuatro de los ocho trienios analizados, la morbilidad bruta más elevada se presentó de 1997 a 1999. Respecto al distrito central de La Cruz, de igual forma se presentaron casos en la misma cantidad de períodos, la morbilidad bruta más elevada ocurrió al final de la serie del 2003 al 2005, trienio en el cual hubo 1,16 veces más riesgo de enfermar en comparación con el de 1991 a 1993.

En los distritos de La Palmera de San Carlos, Bebedero de Cañas, Mayorga de Liberia y Pavón de Golfito no se tienen registros de casos de cáncer de riñón de 1982 al 2005 año hasta el cual se encuentra disponible la información en línea.

A continuación se presenta la serie temporal a nacional de cáncer de riñón:

**Gráfico 11:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de riñón a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior, se observó a partir del trienio de 1994 a 1996 y hasta finalizar la serie, una tendencia de aumento con excesos de riesgo en el IME en comparación con el primer trienio de 1982 a 1984. Todos esos períodos como se aprecia en los intervalos de confianza del gráfico anterior, tienen significancia estadística y alta precisión. La morbilidad bruta más elevada se presentó en los últimos dos trienios y el mayor riesgo ocurrió del 2000 al 2002, con 1,75 veces más riesgo respecto al primer período.

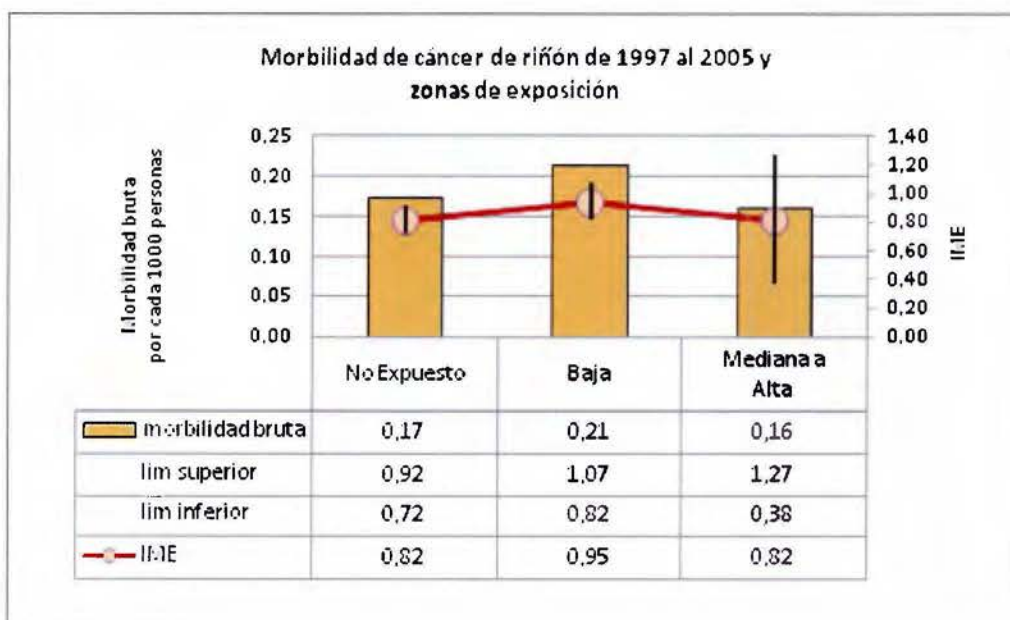


En relación a los diez distritos con presencia de arsénico sobre la norma, como se describió anteriormente, en seis de ellos se presentaron casos por cáncer de riñón: central de La Cruz, central de Cañas, Aguas Zarcas, central de Bagaces, El Amparo y central de Los Chiles, al comparar con la tendencia nacional en cada uno de ellos en al menos un trienio su morbilidad bruta fue mayor que la ocurrida a nivel nacional.

#### 4.2.3. Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de riñón

A continuación se presenta el IME de cáncer de riñón según las zonas de exposición:

**Gráfico 12:** Clasificación por zonas de exposición y cáncer de riñón de 1997 al 2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

Respecto al cáncer de riñón, los distritos clasificados como no expuestos se protegen del riesgo de padecer la enfermedad respecto al promedio nacional con significancia estadística y alta precisión como se observa en el intervalo de confianza.

Los valores del IME de las categorías de baja y mediana a alta de exposición, se encuentran por debajo del valor de 1,00 por lo que no se encontró excesos de riesgo, la mayor morbilidad bruta se observó en la categoría de baja exposición y el IC es preciso.

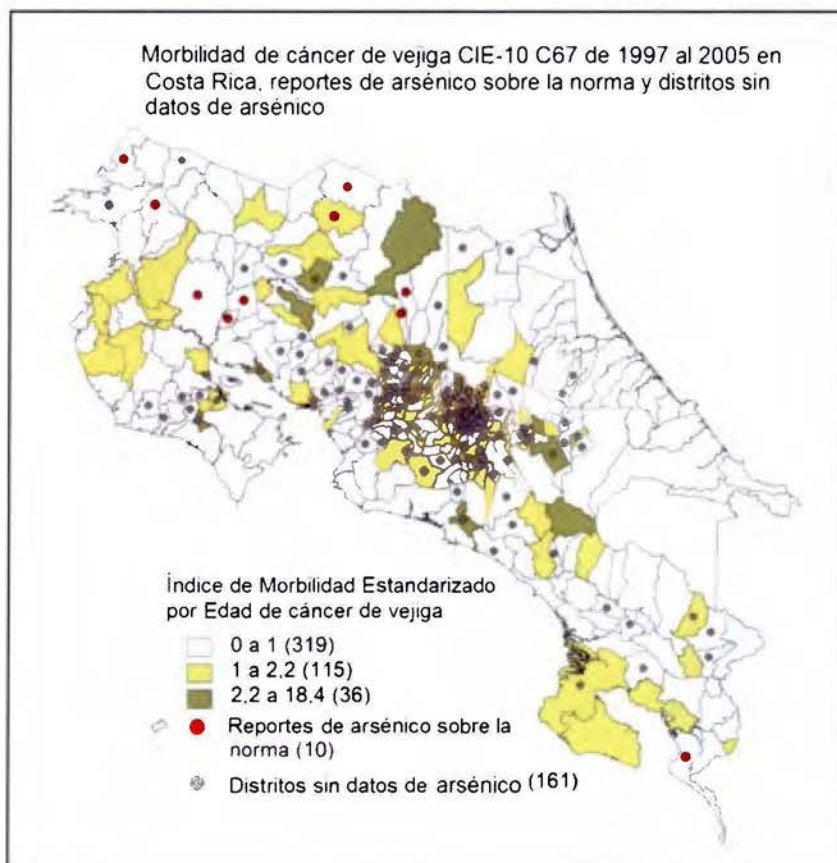
### 4.3. Riesgo de cáncer de vejiga en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico

A continuación se presenta el análisis espacial a nivel nacional de cáncer de vejiga, un análisis temporal del riesgo en áreas con al menos un dato de concentraciones de arsénico sobre la norma y finalmente se muestra una síntesis del riesgo por zonas de exposición.

#### 4.3.1. Análisis espacial de la morbilidad de cáncer de vejiga de 1997 al 2005

A continuación se presenta el mapa de cáncer de vejiga a nivel nacional:

**Ilustración 3:** Mapa del IME de cáncer de vejiga CIE-10 C67 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico.



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA, proyecciones distritales de población del CCP y Registro Nacional de Tumores, 2012

En la ilustración anterior se observa un patrón espacial definido en la península de Osa, algunos sectores de Guanacaste así como también en la parte del centro y norte del país.

En relación a las áreas con arsénico sobre la norma, se encontró solamente el distrito de El Amparo de Los Chiles en un rango intermedio con exceso de riesgo sobre el promedio nacional de cáncer de vejiga, la morbilidad bruta en esa área fue de 0,18 por cada mil personas y al controlar la edad el riesgo fue 1,15 (0,00-3,40). El IME de las otras áreas con presencia de contaminación, fue menor a 1,00 por lo que no mostraron exceso de riesgo respecto a lo ocurrido a nivel nacional.

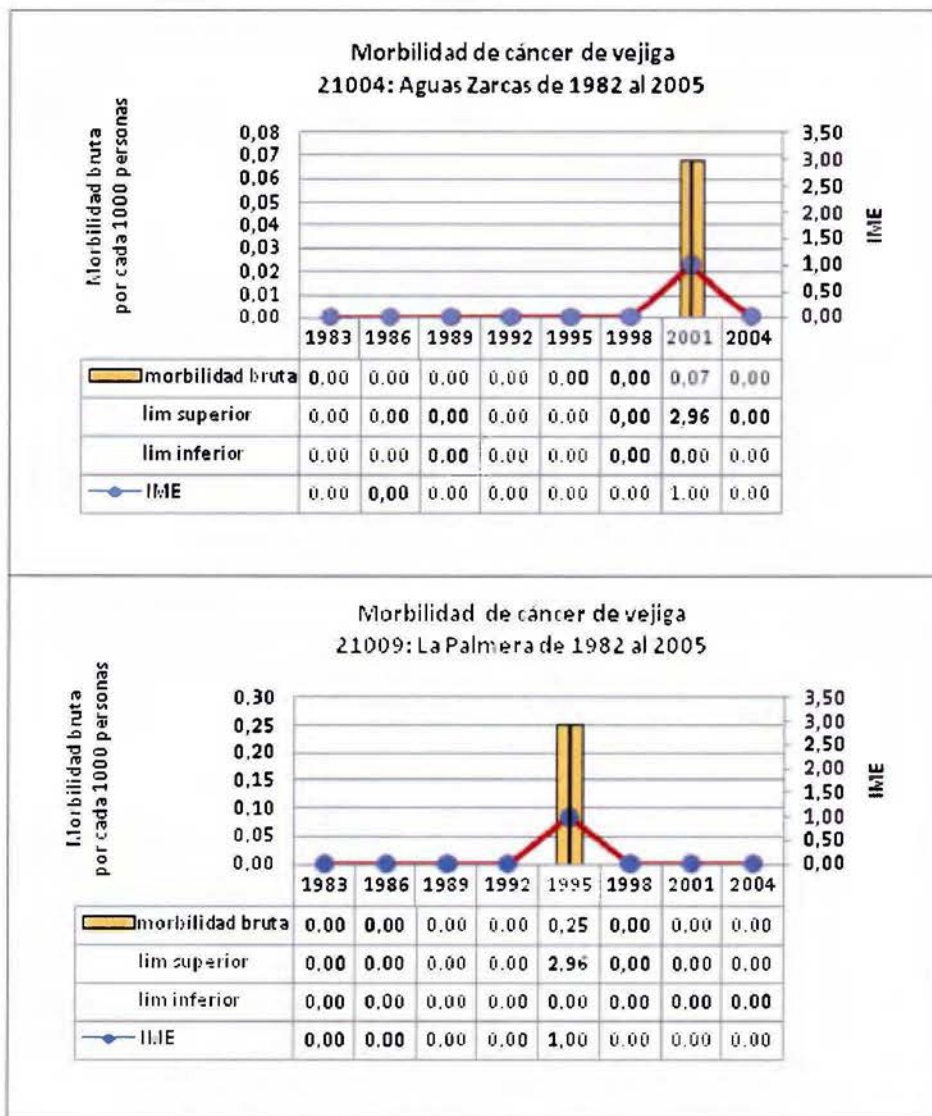
Las áreas con exceso de riesgo sobre el promedio nacional con significancia estadística de 1997 al 2005 de cáncer de vejiga según la exposición a arsénico, provincia y código de distrito son las siguientes: en la categoría de baja exposición en Heredia 40501: San Rafael y 40301: Santo Domingo así como de los excluidos en San José 10101: Carmen, 11302: Cinco Esquinas, 11101: San Isidro, 10107: Uruca, 10801 Guadalupe, 11502: Sabanilla y en Cartago 30101: Oriental. Para conocer el detalle de las demás áreas con exceso de riesgo (Ver anexo 4, Cuadro 33).

Respecto a la morbilidad de cáncer de vejiga de 1997 al 2005 se desconoce la ubicación del distrito de residencia del paciente del 5,69 % del total de los casos ocurridos en ese período. Por lo que este porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial y la clasificación por áreas de exposición, sin embargo la totalidad de los casos que se presentaron durante ese tiempo y en los otros años de estudio, sí se incluyen en el análisis de la serie temporal a nivel nacional (Ver Gráfico 17).

#### **4.3.2. Análisis temporal de la morbilidad por cáncer de vejiga en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005**

A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos por cáncer de vejiga:

**Gráfico 13:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de vejiga distrito de Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos

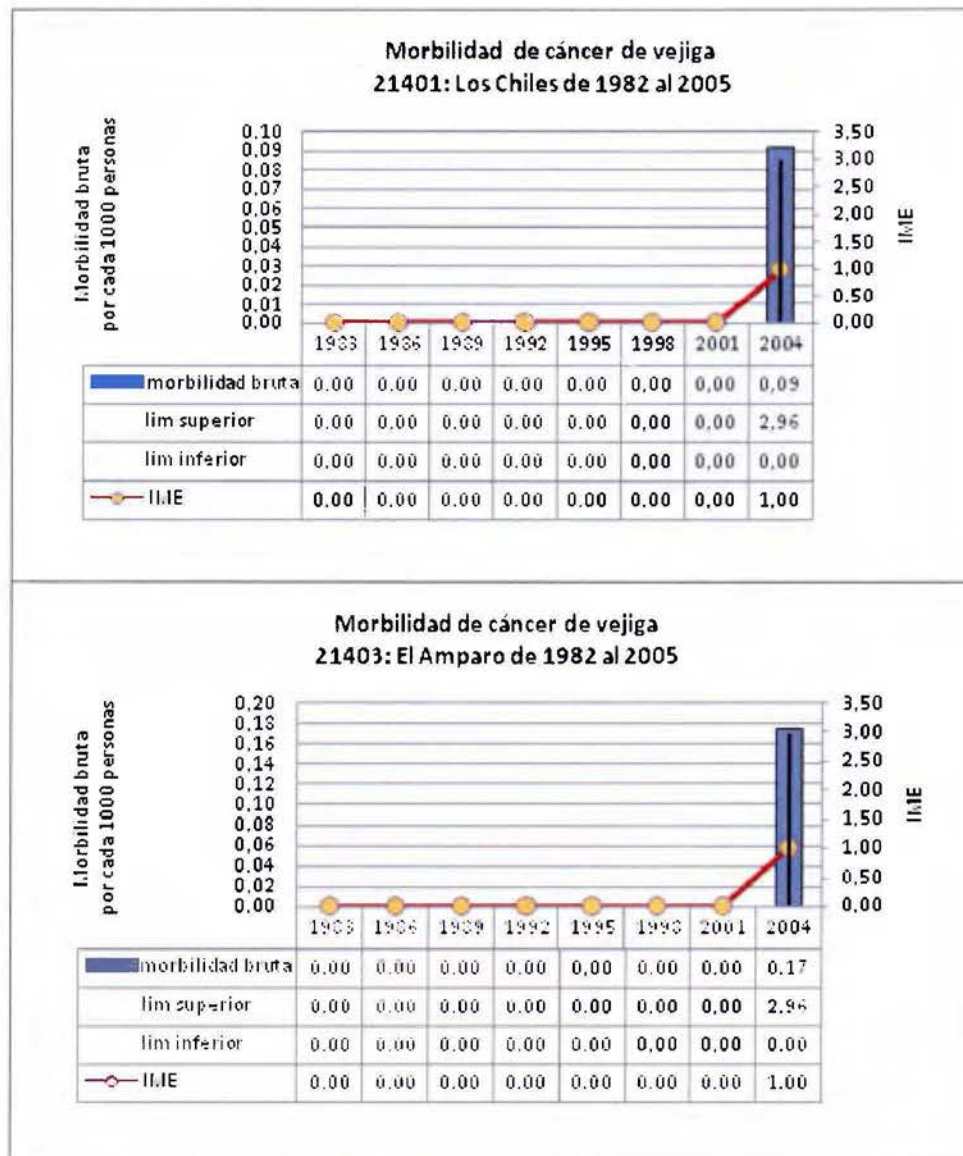


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior se observa que en los dos distritos de Aguas Zarcas y La Palmera, se presentaron casos solamente en un trienio. La morbilidad bruta de Aguas Zarcas y La Palmera fue 0,07 del 2000 al 2002 y 0,25 de 1994 al 1996 por cada mil personas respectivamente.

A continuación se presenta las series temporales del distrito central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles:

**Gráfico 14:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de vejiga distrito central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles

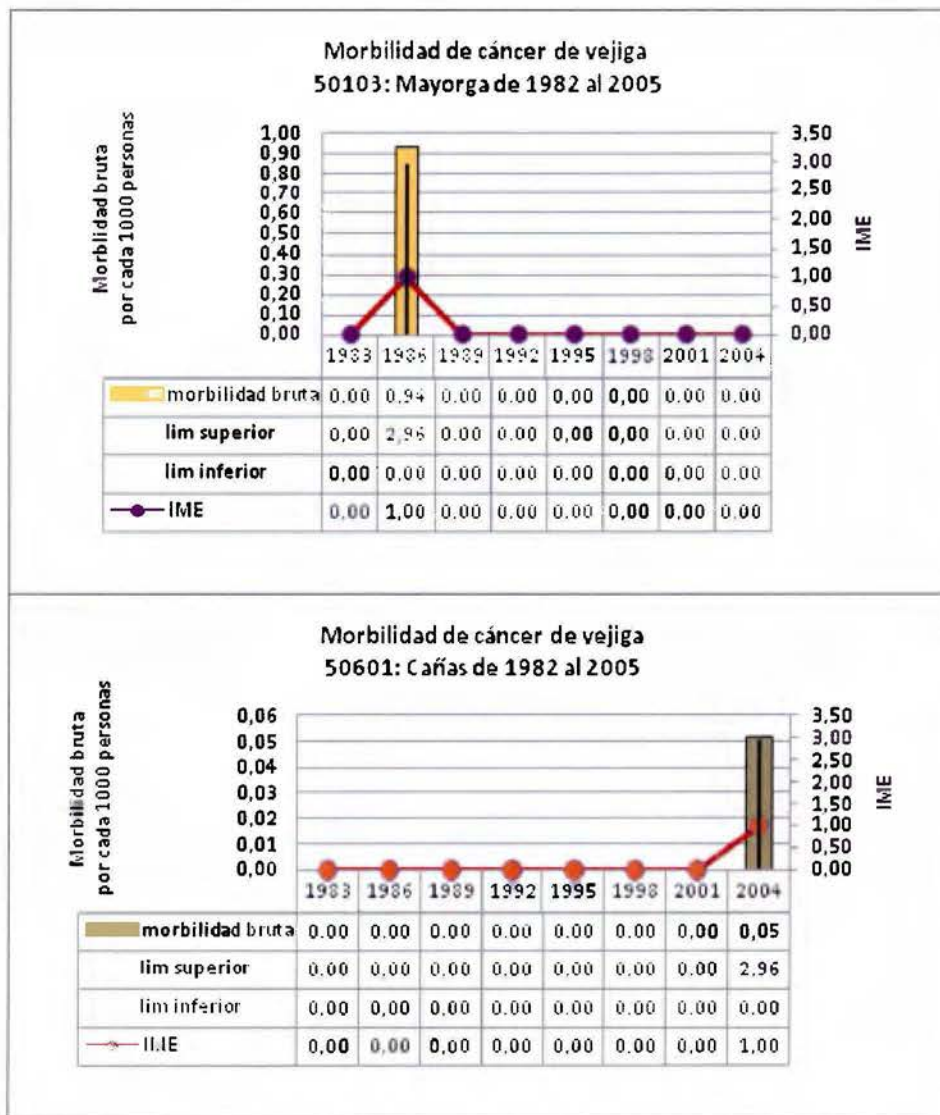


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior se observa que tanto en el central de Los Chiles como en El Amparo se presentaron casos solamente en el último trienio del 2003 al 2005. En el caso del distrito central de Los Chiles la morbilidad bruta fue 0,09 y en el Amparo 0,17 por cada mil personas.

A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Mayorga de Liberia y el central de Cañas:

**Gráfico 15:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de vejiga distrito de Mayorga de Liberia y central de Cañas

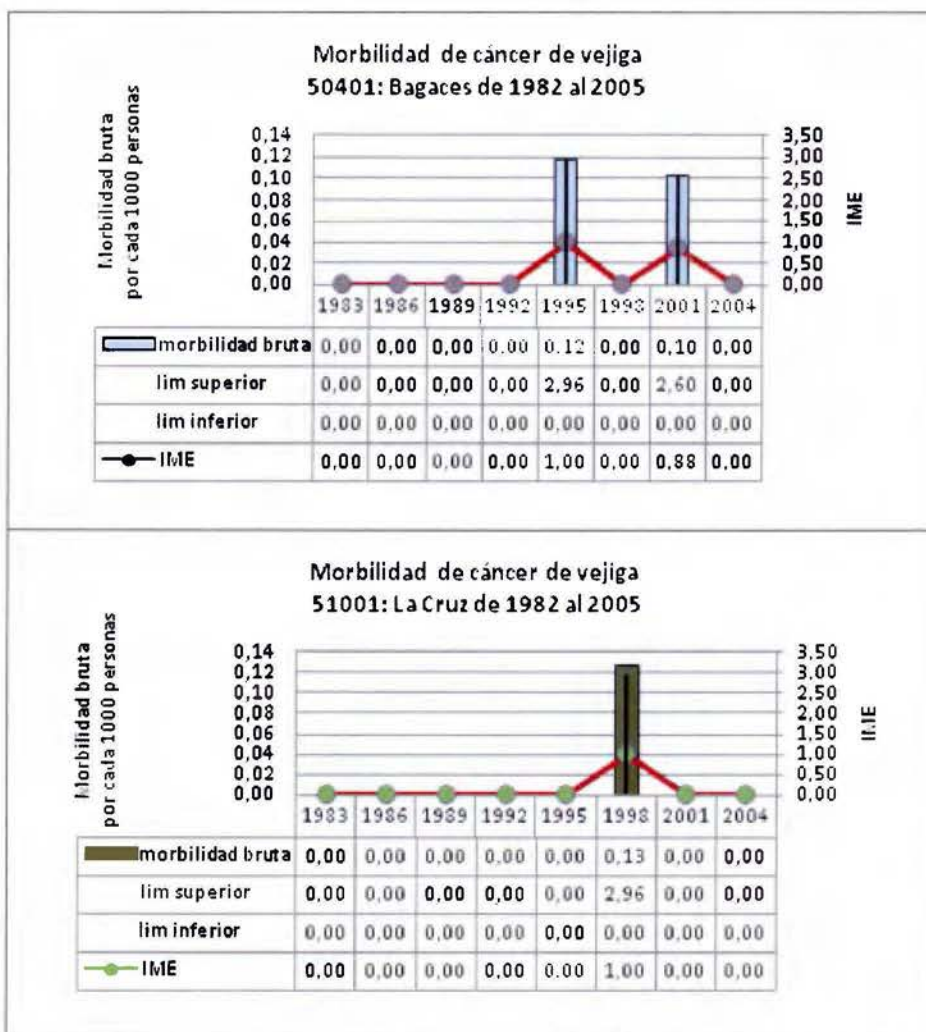


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior se observa del distrito de Mayorga de Liberia casos solo en el trienio de 1985 a 1987 con una morbilidad bruta de 0,94 por cada mil personas. De igual forma ocurrió en Cañas, sólo hubo casos en el trienio del 2003 al 2005 con una morbilidad bruta de 0,05 por cada mil personas.

A continuación se presentan las series temporales del distrito central de Bagaces y central de Cañas:

**Gráfico 16:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de vejiga distrito central de Bagaces

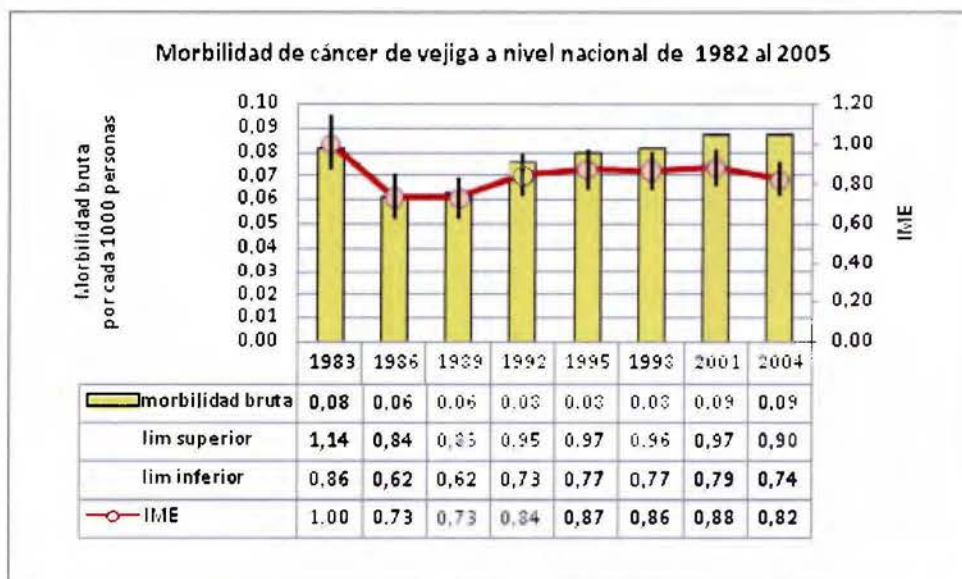


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior se observa que en el distrito central de Bagaces fue el único en el cual se presentaron casos en dos trienios, la morbilidad bruta más alta en esa área fue 0,12 por cada mil personas en el trienio de 1994 al 1996, en comparación con ese trienio no se observaron excesos de riesgo. En relación al distrito central de La Cruz se presentaron casos solo en el trienio de 1997 a 1999, la morbilidad bruta fue 0,13 por cada mil personas.

A continuación se presentan la serie temporal a nivel nacional de cáncer de vejiga:

**Gráfico 17:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de vejiga a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior, se observa una tendencia estable, no se encontró excesos de riesgo en los períodos analizados en comparación con el primero del cual se tiene registros (1982 a 1984). La morbilidad bruta más alta ocurrió durante los últimos dos trienios y del 2000 al 2002 se presentó el riesgo más elevado 0,88. Todos los IME muestran significancia estadística y alta precisión.

En relación a los diez distritos con concentraciones de arsénico por encima de la norma, como se describió previamente en ocho se reportaron casos de cáncer de vejiga y en cuatro de ellos en al menos un trienio su morbilidad bruta fue mayor que la nacional. Eso ocurrió en el central de La Cruz, Mayorga, central de Bagaces, El Amparo y a La Palmera.

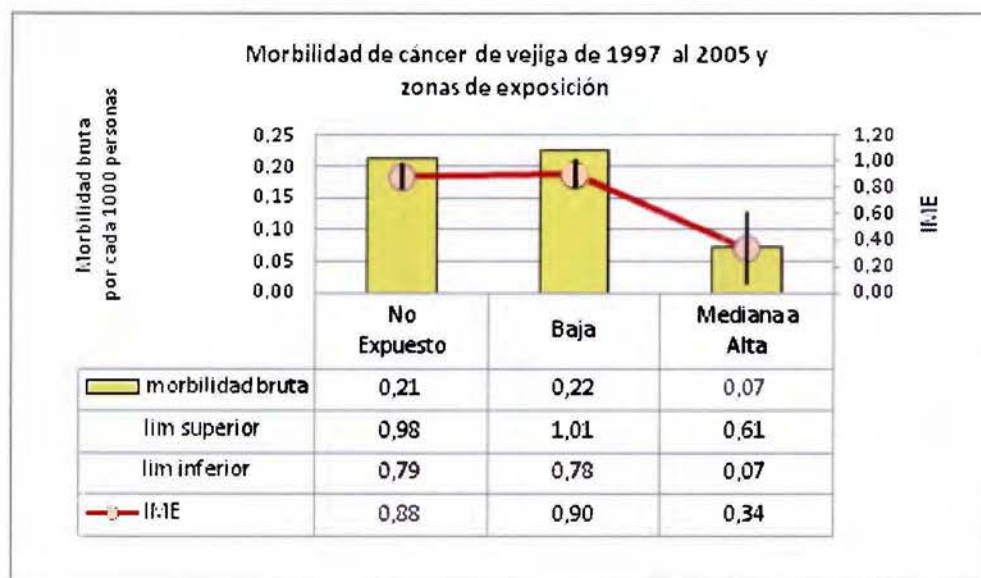
La incidencia de cáncer de vejiga en los distritos con presencia de arsénicos fue baja, no se observó ninguna tendencia sino casos en trienios aislados, no se presentaron casos de 1982 al 2005 en Bebedero de Cañas ni en Pavón de Golfito de acuerdo a los datos disponibles en línea.



### 4.3.3. Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de vejiga

A continuación se presenta el IME de cáncer de vejiga de acuerdo a las zonas de exposición:

**Gráfico 18:** Clasificación por zonas de exposición y cáncer de vejiga de 1997 al 2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En relación al gráfico anterior, se encontró a los sectores clasificados como no expuestos así como a los de mediana a alta exposición que se protegen de padecer esa enfermedad, respecto al promedio nacional con significancia estadística. Se observó alta precisión en la categoría de no expuestos y baja exposición, en esa categoría tampoco se observó exceso de riesgo.

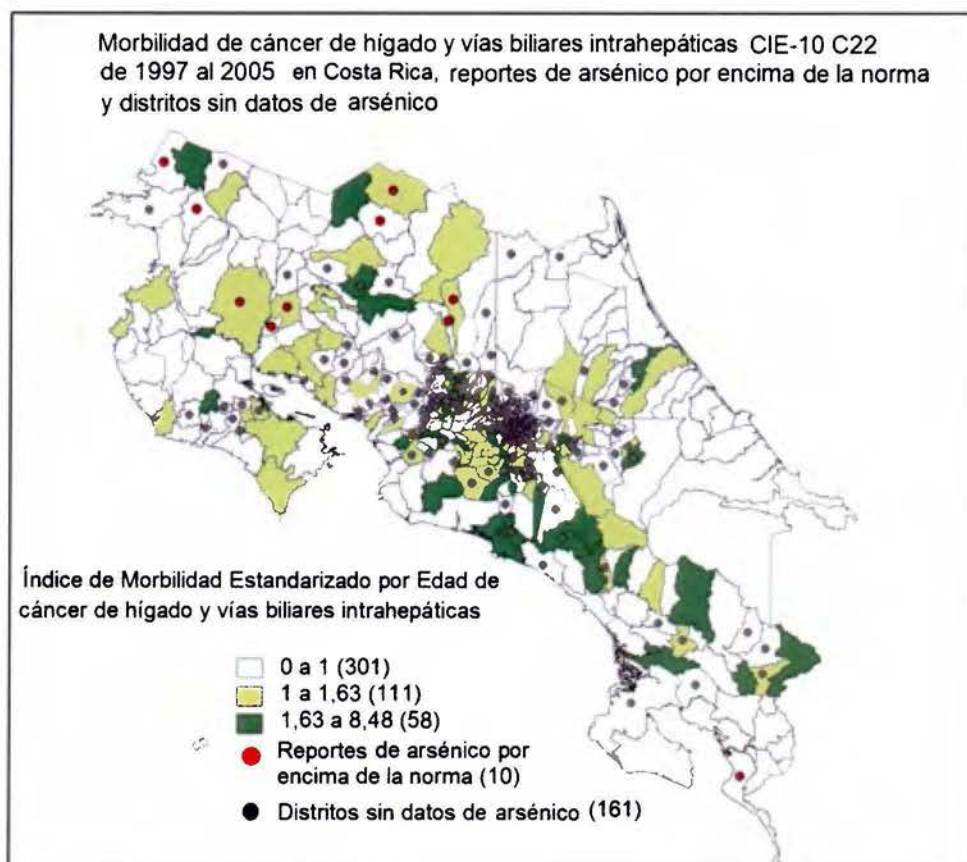
### 4.4. Riesgo de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico

A continuación se presenta el análisis espacial a nivel nacional de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas, un análisis temporal en áreas con al menos un dato de concentraciones de arsénico sobre la norma y finalmente se muestra una síntesis del riesgo por zonas de exposición.

#### 4.4.1. Análisis espacial de la morbilidad por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas de 1997 al 2005

Se observó mayor incidencia de este padecimiento en el país respecto al de riñón y vejiga. A continuación se presenta el mapa del cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas:

**Ilustración 4:** Mapa del IME de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de arsénico



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA, proyecciones distritales de población del CCP y Registro Nacional de Tumores, 2012

En la ilustración anterior se observa un patrón espacial con exceso de riesgo que va de noroeste a sureste del país. Se encontraron cuatro distritos con reportes de arsénico por encima de la norma, con exceso de riesgo sobre el promedio nacional, todos en el rango intermedio de 1 a 1,63, a continuación se detallan:

En el norte del país, el distrito central de Los Chiles, presentó un exceso de riesgo de 1,50 (IC 0,03 – 2,97) veces más, en comparación con el promedio nacional de 1997 al 2005, ese fue el mayor valor de las áreas analizadas, la morbilidad bruta de esa área fue 0,38 por cada mil personas. Asimismo, se observaron menores excesos de riesgo en el distrito de Aguas Zarcas 1,03 (IC 0,02 - 2,03), central de Bagaces 1,17 (IC 0,02 – 2,32) y central de Cañas 1,28 (IC 0,39 – 2,17). Las morbilidades brutas fueron 0,27 en Aguas Zarcas y 0,41 en las últimas dos áreas, todos por cada mil personas.

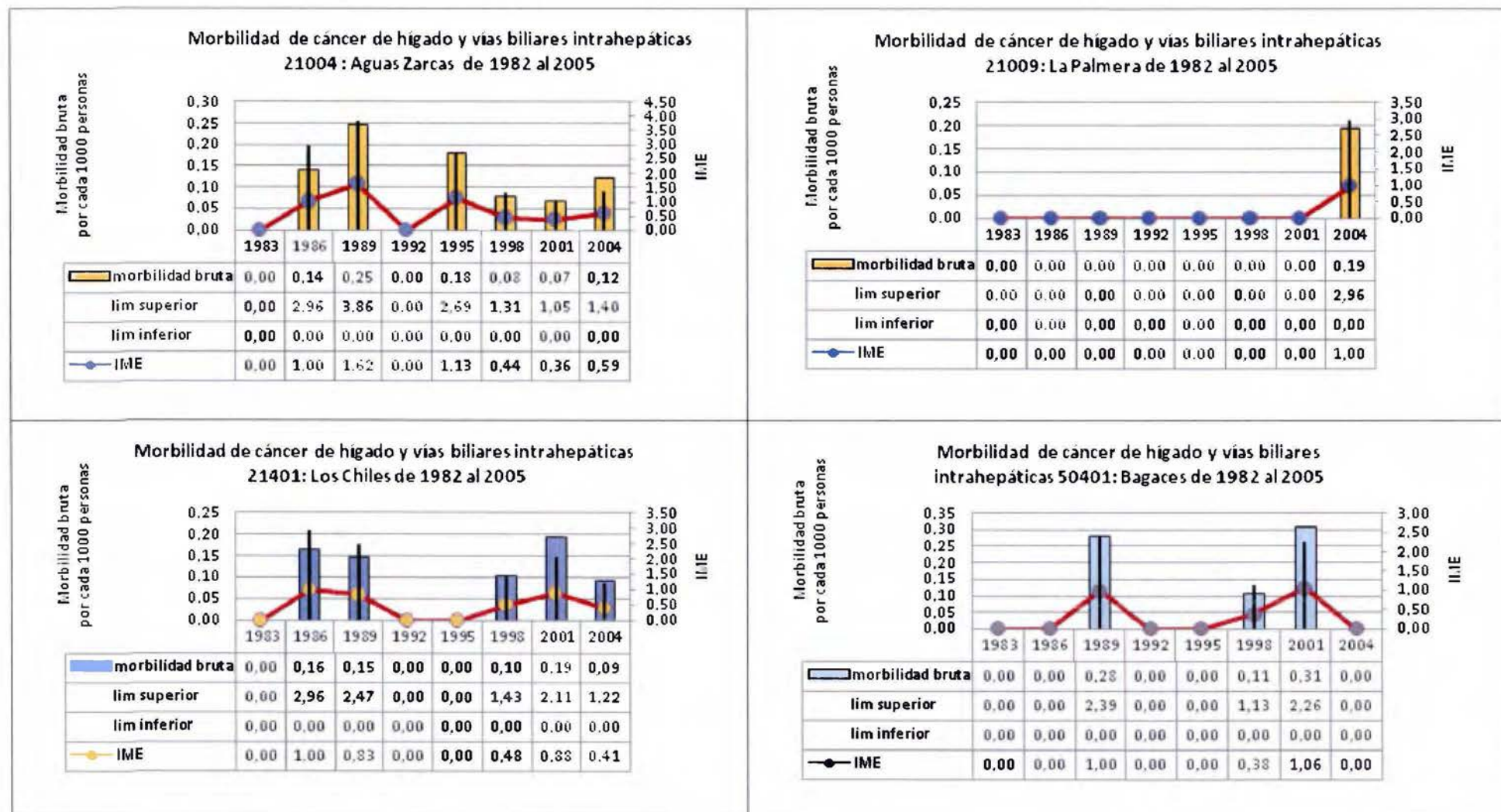
Se encontraron las siguientes áreas con excesos de riesgo de enfermar sobre el promedio nacional con significancia estadística de 1997 al 2005 de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas, se presentan según la clasificación por áreas de exposición, provincia y código de distrito: en la categoría baja exposición en Alajuela 20201: San Ramón, en la categoría no expuesto en San José 11901: San Isidro de El General y 11801: Curridabat. Para conocer el detalle de las demás áreas con excesos de riesgo de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas (Ver anexo 4, Cuadro 34).

En la morbilidad de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas de 1997 al 2005 se desconoce la ubicación del distrito de residencia del paciente del 2,59 % del total de los casos ocurridos durante ese período. Por lo que este porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial y la clasificación por áreas de exposición, sin embargo la totalidad de los casos que se presentaron en ese tiempo así como los ocurridos en los demás años de estudio, sí se incluyen en el análisis de la serie temporal a nivel nacional (Ver Gráfico 21).

#### **4.4.2. Análisis temporal de la morbilidad de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005**

A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Aguas Zarcas, La Palmera, central de Los Chiles y central de Bagaces:

**Gráfico 19:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas distrito de Aguas Zarcas, La Palmera, central Los Chiles y central de Bagaces



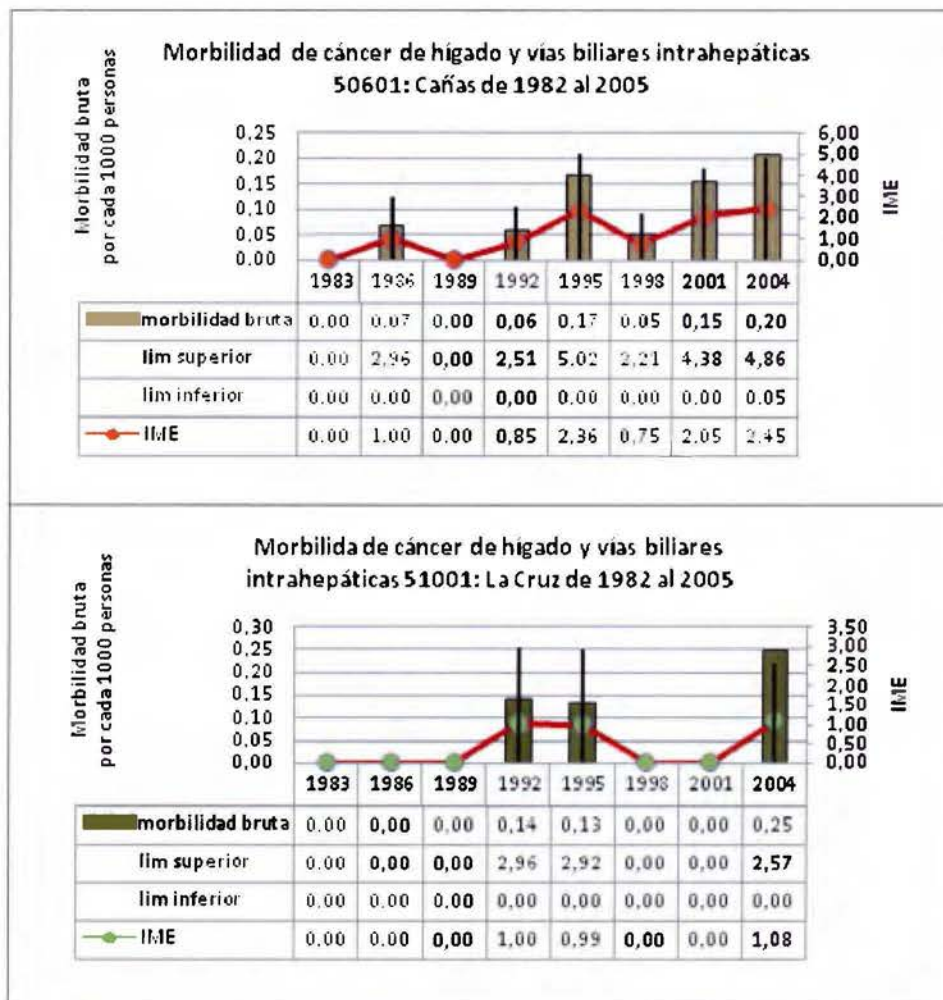
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior, se aprecia en el distrito de Aguas Zarcas casos en seis de los ocho trienios, el valor más elevado de morbilidad bruta ocurrió de 1988 a 1990 y fue 0,25 por cada mil personas, el riesgo en ese período fue 1,62 veces mayor en comparación con el primer trienio de 1985 a 1987. Asimismo, se observó riesgo en comparación con éste período durante 1994 a 1996, en los siguientes años no se presentaron excesos de riesgo. Respecto a La Palmera de San Carlos solamente se presentaron casos en el último trienio con registros de 2003 al 2005.

En el distrito central de Los Chiles hubo incidencia en cinco trienios, en ninguno de ellos se observó exceso de riesgo en comparación con el trienio de 1985 a 1987, la mayor morbilidad bruta fue 0,19 por cada mil personas del 2000 al 2002. Finalmente en el distrito central de Bagaces se presentaron casos en tres trienios, del 2000 al 2002 ocurrió la morbilidad bruta más alta 0,31 por cada mil personas y en ese período al estandarizar por edad el riesgo fue 1,06 valor muy cercano respecto a lo ocurrido de 1988 a 1990.

A continuación se presenta la serie temporal de los distritos central de Cañas y central de La Cruz:

**Gráfico 20:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas distrito central de Cañas y central de La Cruz

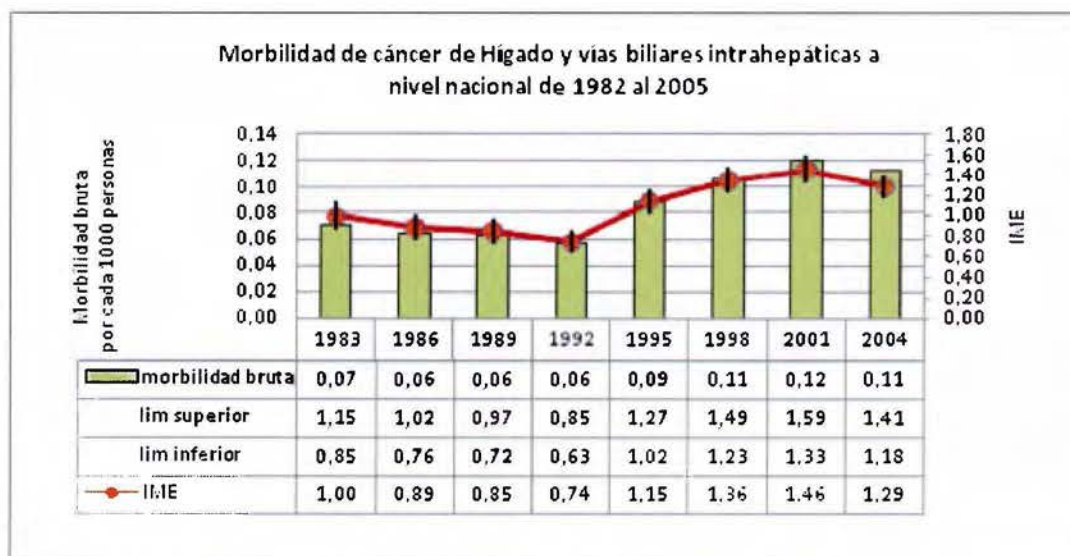


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior, se muestra de la serie temporal del distrito central de Cañas, se presentaron casos en seis trienios y un exceso de riesgo de 2,36 durante 1994 -1996, así como también en los últimos dos trienios de la serie, períodos en los cuales el IME se incrementó de 2,05 a 2,45 todos en comparación con 1985 a 1987. Ese último valor fue el IME más elevado de todas las series de los distritos analizados, la morbilidad bruta más alta del distrito fue 0,20 por cada mil personas. Respecto a La Cruz hubo incidencia en tres trienios, se observó la morbilidad bruta más elevada al final de la serie del 2003 al 2005, con 0,25 por cada mil personas, al estandarizar por edad el riesgo en ese período fue 1,08 valor muy cercano en relación al período 1991 a 1993.

A continuación se presenta la serie temporal a nivel nacional de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas:

**Gráfico 21:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

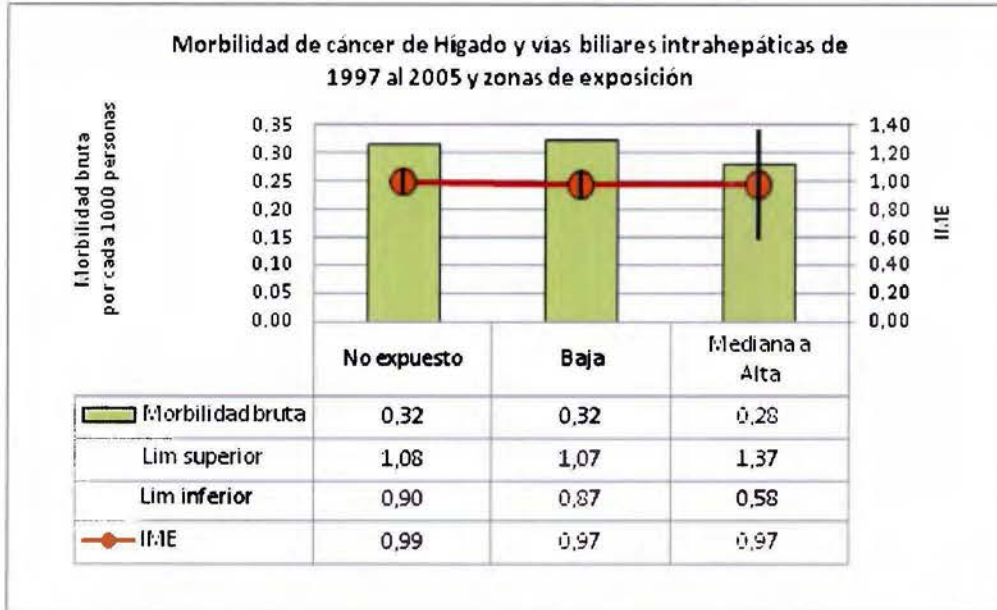
En el gráfico anterior se observó una tendencia nacional de disminución en el riesgo de tener la enfermedad hasta el trienio de 1991-1993. A partir del trienio de 1994-1996 se observó un aumento con exceso de riesgo de enfermar hasta los siguientes dos períodos, del 2000 al 2002 se observó el riesgo más elevado, finalmente en el último trienio a pesar de que la incidencia disminuyó, también hubo exceso de riesgo, todos en comparación con el período 1982-1984 con significancia estadística y alta precisión como se puede observar a través de los intervalos de confianza.

Respecto a los diez distritos que se analizaron temporalmente por tener al menos un análisis con presencia de arsénico sobre la norma, en seis de ellos hubo casos de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas (Cañas, La Cruz, Los Chiles, Bagaces, Aguas Zarcas y La Palmera). En al menos un trienio de esas seis áreas su morbilidad bruta fue mayor que la morbilidad bruta nacional. No se tienen registros de 1982 al 2005 de casos en Bebedero de Cañas, Mayorga de Liberia, Pavón de Golfito ni en El Amparo de Los Chiles.

#### 4.4.3. Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas

A continuación se presenta el IME de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas de acuerdo a las zonas de exposición:

**Gráfico 22:** Clasificación por zonas de exposición y cáncer hígado y vías biliares de 1997 al 2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior no se observaron excesos de riesgo en ninguna categoría de exposición, los tres valores del IME son similares, muy cercanos al valor de 1,00, ninguno es significativo estadísticamente y tienen alta precisión como se puede observar en los intervalos de confianza. La menor morbilidad bruta se observó en la zona de mediana a alta exposición.



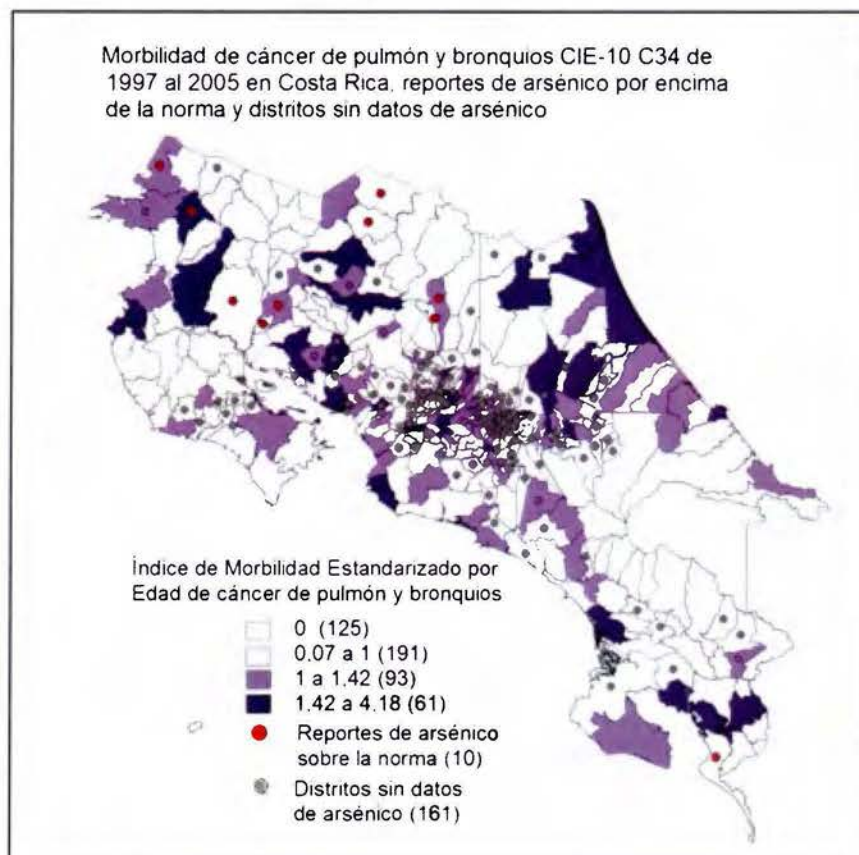
#### 4.5. Riesgo de cáncer de pulmón y bronquios en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico

A continuación se presenta el análisis espacial a nivel nacional de cáncer de pulmón y bronquios, un análisis temporal del riesgo en áreas con al menos un dato sobre la norma y finalmente se muestra una síntesis del riesgo por zonas de exposición.

##### 4.5.1. Análisis espacial morbilidad por cáncer de pulmón y bronquios de 1997 al 2005

A continuación se presenta el mapa de cáncer de pulmón y bronquios a nivel nacional:

**Ilustración 5:** Mapa del IME de cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA, proyecciones distritales de población del CCP y Registro Nacional de Tumores, 2012

En la ilustración anterior se observan áreas de la costa del Caribe con exceso de riesgo de enfermar por cáncer de pulmón y bronquios en comparación con el promedio nacional, así como también algunos distritos de Puntarenas, Guanacaste, Alajuela, del centro del país, entre otros.

En relación a las áreas con reportes de arsénico sobre la norma, se encontraron cuatro con exceso de riesgo sobre el promedio nacional, tres de ellos se ubican en Guanacaste. El distrito de Mayorga de Liberia se encuentra en el rango de mayor riesgo, al estandarizar se obtuvo 2,94 (IC 0,00 – 7,02) veces más riesgo respecto al promedio nacional de 1997 al 2005, presentó una morbilidad bruta de 1,50 por cada mil personas, ése valor fue el más elevado de las áreas analizadas.

Los siguientes tres distritos se encontraron en el rango intermedio con exceso de riesgo: el distrito central de La Cruz con un riesgo de 1,29 (IC 0,16 – 2,42), el distrito central de Cañas 1,29 (IC 0,59 – 1,99) y Aguas Zarcas 1,12 (IC 0,29 – 1,95), con una morbilidad bruta de 0,61; 0,67 y 0,48 por cada mil personas respectivamente.

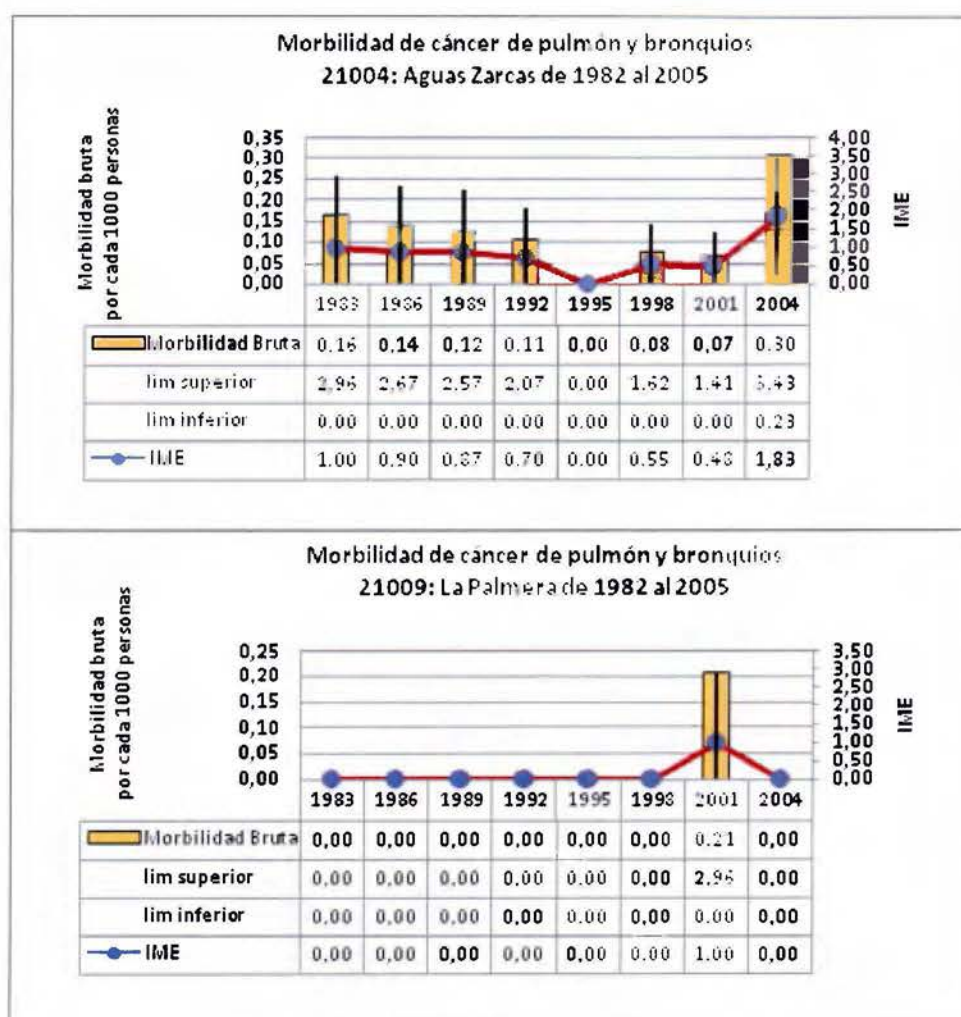
En relación a la morbilidad de cáncer de pulmón y bronquios de 1997 al 2005 se desconoce la ubicación del distrito de residencia del paciente del 4,23 % del total de los casos ocurridos durante ese período. Por lo que este porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial y la clasificación por áreas de exposición, sin embargo la totalidad de los casos que se presentaron en ese período y durante los otros años de estudio, sí se incluyen en el análisis de la serie temporal a nivel nacional (Ver Gráfico 27).

Las áreas con excesos de riesgo de enfermar sobre el promedio nacional con significancia estadística de 1997 al 2005 según la clasificación por zonas de exposición, provincia y código de distrito son las siguientes: en la categoría de baja exposición en Guanacaste 50101: Liberia, en la categoría de no expuesto en Cartago 30301: Tres Ríos y en Limón distrito central 70101: Limón, de los excluidos en San José 10101: Carmen, 10108: Mata Redonda, 10109: Pavas y 11501: San Pedro, en Puntarenas el distritos central 60101: Puntarenas y en Cartago 30101: Oriental. Para conocer el detalle de otras áreas del país con exceso de riesgo (Ver anexo 4, Cuadro 35).

#### 4.5.2. Análisis temporal de la morbilidad por cáncer de pulmón y bronquios en distritos de mediana a alta exposición de 1982 al 2005

A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos:

**Gráfico 23:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de pulmón y bronquios distritos de Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos



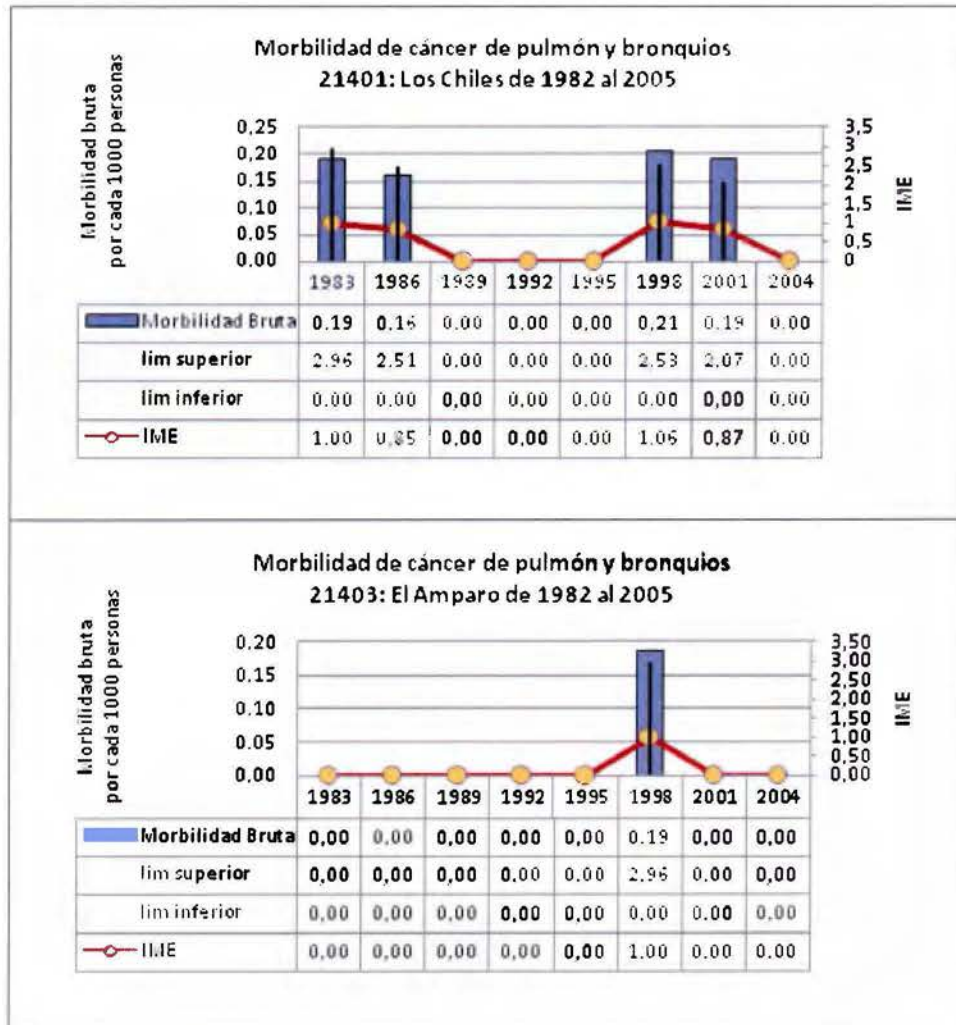
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior se observa en la serie temporal de Aguas Zarcas una tendencia decreciente, hasta el trienio de 1994 a 1996 único en el cual no se presentaron casos. No obstante, durante el último período del 2003 al 2005, se presentó la morbilidad bruta más

elevada del área y el riesgo aumentó 1,83 veces con respecto a 1982-1984. En el distrito de La Palmera solamente se presentó un caso en el trienio del 2000 al 2002.

A continuación se presentan las series temporales del distrito central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles:

**Gráfico 24:** Series temporales de 1982 al 2005 cáncer de pulmón y bronquios del distrito el central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles



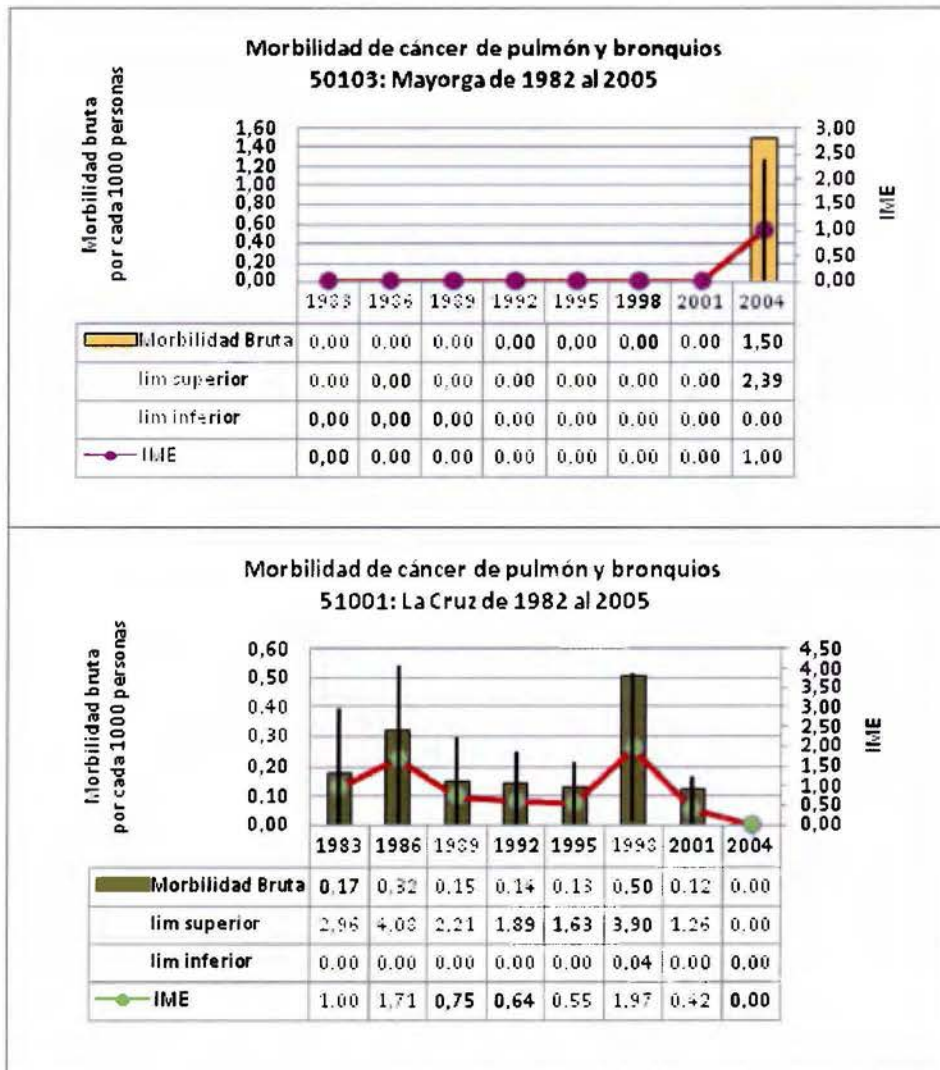
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior, se observa en la serie del distrito central de Los Chiles, casos en cuatro trienios, durante 1997 a 1999 se presentó la morbilidad bruta más alta de esa área, al estandarizar por edad el riesgo fue 1,06 en comparación con el período de 1982 a 1984, el

riesgo en los otros períodos se encuentran por debajo de 1,00. Respecto al distrito de El Amparo de Los Chiles hubo incidencia solamente en el trienio de 1997 a 1999.

A continuación se presenta la serie temporal de los distritos de Mayorga de Liberia y central de La Cruz por cáncer de pulmón y bronquios:

**Gráfico 25:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de pulmón y bronquios en el distrito de Mayorga y central de La Cruz



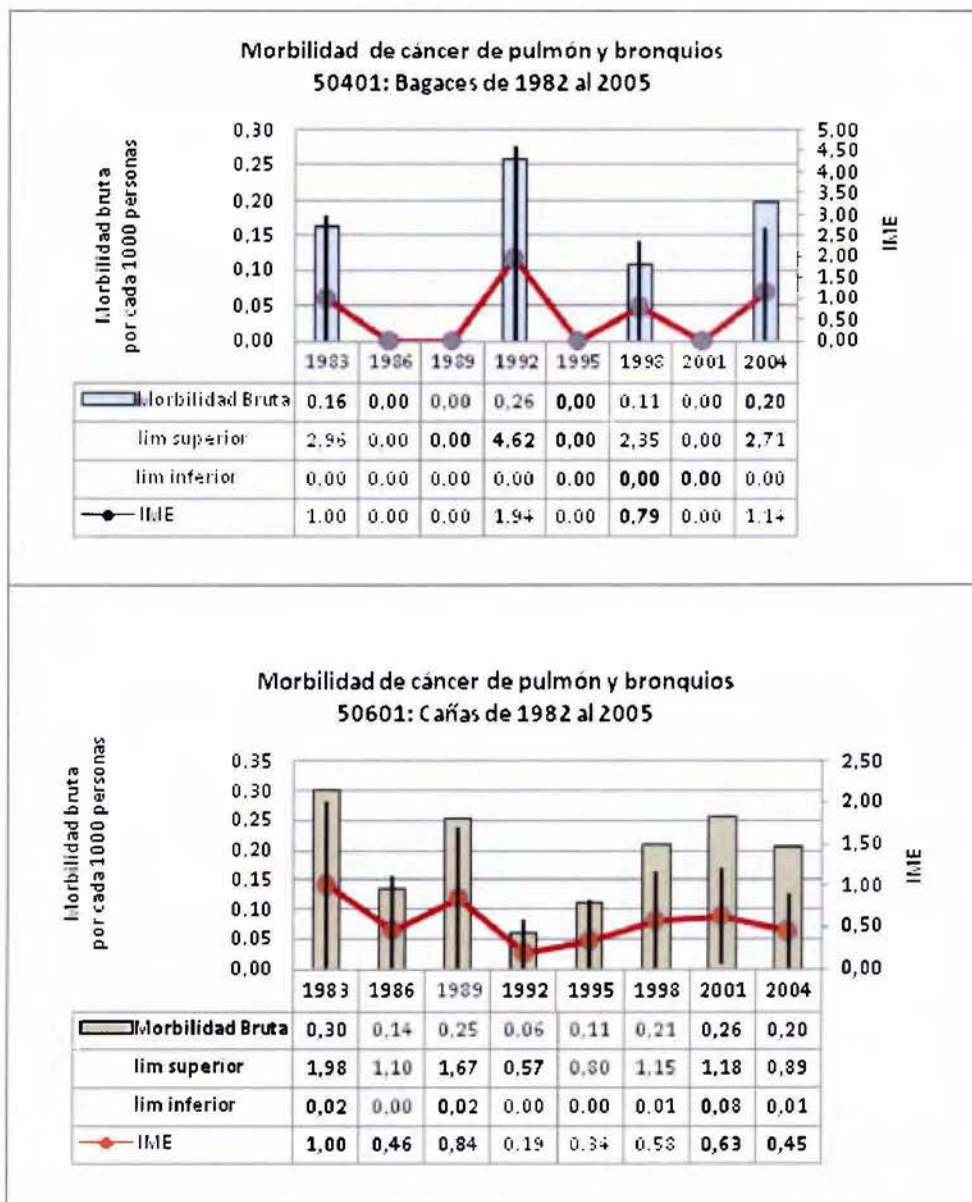
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior se observa que en el área de Mayorga de Liberia se presentaron casos solamente en el último trienio del 2003 al 2005. Respecto a la tendencia del distrito central de La Cruz, hubo casos en todos los trienios, excepto en el último, se muestran excesos de

riesgo en dos periodos de 1985 a 1987 y de 1997 a 1999, en éste se presentó un pico con un riesgo de 1,97 veces más en comparación con lo que ocurrió del 1982 a 1984.

A continuación se presenta la serie temporal de los distritos central de Bagaces y central de Cañas de cáncer de pulmón y bronquios:

**Gráfico 26:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de pulmón y bronquios en el distrito central de Bagaces y central de Cañas



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En la serie temporal del distrito central de Bagaces, se observa una incidencia intermitente, se presentaron casos en cuatro trienios y en dos de ellos hubo exceso de riesgo al

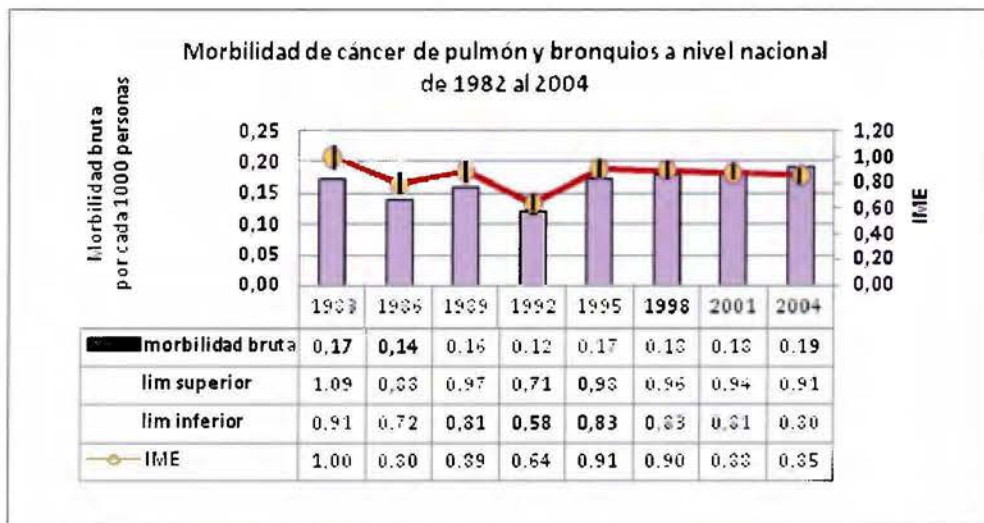
estandarizar por edad, de 2003 al 2005 y de 1991 a 1993 éste último período con el mayor riesgo 1,94 veces más en comparación con el período de 1982 a 1984.

Respecto al distrito central de Cañas, fue el único en el cual se presentaron casos durante todos los trienios, la morbilidad bruta más elevada de esa área ocurrió en el primero del 1982 a 1984, en comparación con ese período, no se observaron excesos de riesgo. No obstante, se presentó un aumento del riesgo de 1988 a 1990, posteriormente disminuyó y a partir de 1994 a 1996 se incrementó durante los siguientes dos trienios, finalmente en el último período disminuyó.

En Bebedero de Cañas ni en Pavón de Golfito, se tienen registro de casos de cáncer de pulmón y bronquios en el período de 1982 al 2005.

A continuación se presenta la morbilidad por cáncer de pulmón y bronquios a nivel nacional:

**Gráfico 27:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de pulmón y bronquios a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

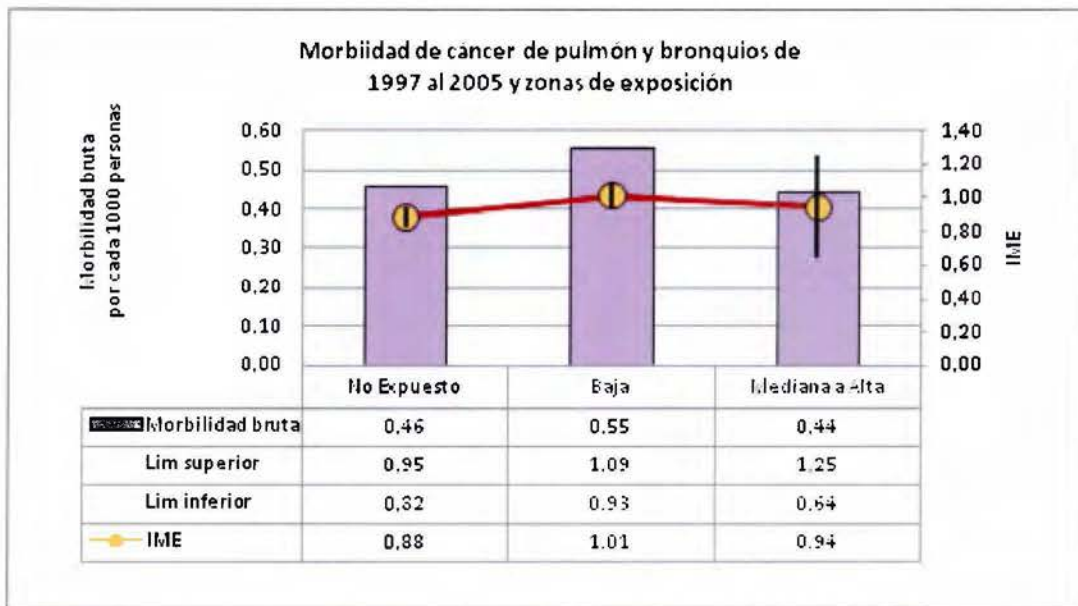
En el gráfico anterior se puede observar, que en comparación con el trienio inicial de 1982 a 1984 ninguno de los trienios presentaron excesos de riesgos, sino que el IME estuvo por debajo del valor de 1,00. El mayor riesgo estandarizado por edad ocurrió en el trienio de 1994 a 1995. Por su parte, la morbilidad bruta más alta fue 0,19 por cada mil personas en el trienio del 2003 al 2005, los intervalos de confianza muestran significancia estadística y alta precisión.

En relación a los diez distritos con presencia de arsénico por encima de la norma, hubo incidencia en los siguientes ocho: La Cruz, Cañas, Mayorga, Bagaces, Los Chiles, El Amparo, La Palmera y Aguas Zarcas, en al menos un trienio de ellos su morbilidad bruta fue mayor en comparación con la nacional.

#### 4.5.3. Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de pulmón y bronquios

A continuación se presenta el IME por zonas de exposición a arsénico:

**Gráfico 28:** Clasificación por zonas de exposición y cáncer de pulmón y bronquios de 1997 al 2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

Respecto al gráfico anterior, se observa que los sectores clasificados como no expuestos se protegen del riesgo de enfermar con significancia estadística y alta precisión. En la categoría de baja exposición se encontraron los valores más elevados tanto en la morbilidad bruta como al estandarizar por edad, el riesgo fue mayor pero muy cercano al valor de 1,00 es decir, la probabilidad de enfermar es similar respecto al promedio nacional, con alta



precisión. En relación a la clasificación de mediana a alta exposición se encontró la menor morbilidad bruta de las tres categorías de exposición y no se observó exceso de riesgo.

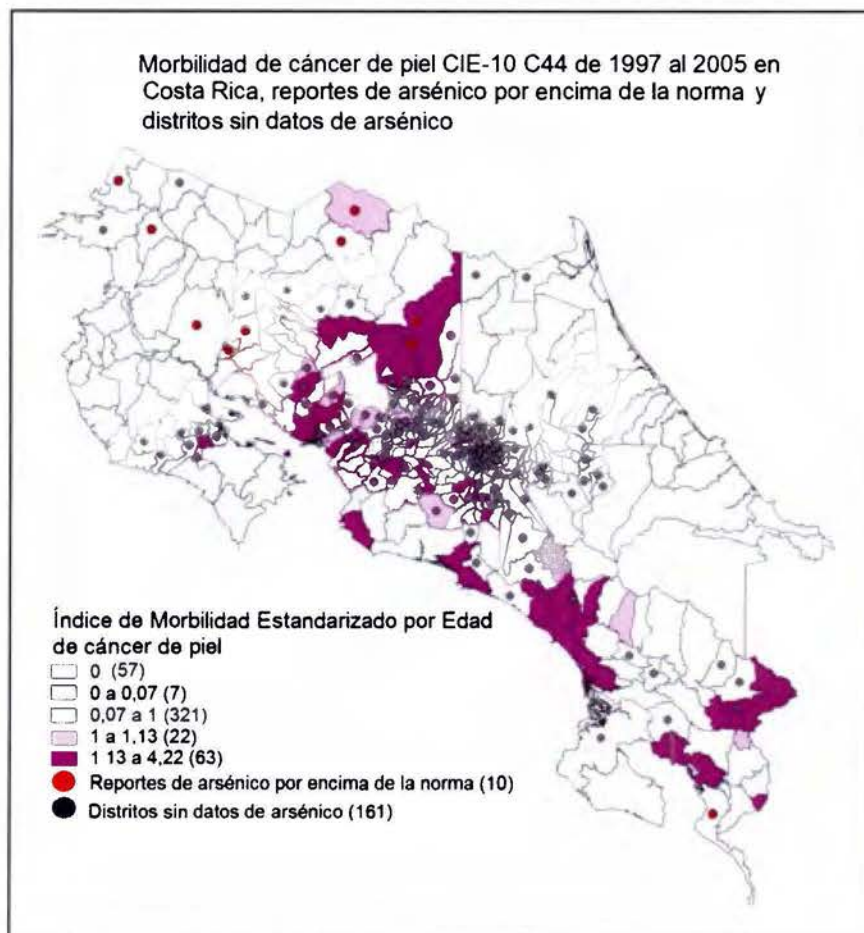
#### **4.6. Riesgo de cáncer de piel en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico**

A continuación se presenta el análisis espacial a nivel nacional de cáncer de piel, un análisis temporal del riesgo en áreas con al menos un dato de concentraciones de arsénico sobre la norma y finalmente se muestra una síntesis del riesgo por zonas de exposición.

##### **4.6.1. Análisis espacial de la morbilidad por cáncer de piel de 1997 al 2005**

A continuación se presenta el mapa de cáncer de piel a nivel nacional:

**Ilustración 6:** Mapa del IME de cáncer de piel CIE-10 C44 de 1997 al 2005 en Costa Rica, reportes de arsénico por encima de la norma y distritos sin datos de concentraciones de arsénico.



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA, proyecciones distritales de población del CCP y Registro Nacional de Tumores, 2012

En la ilustración anterior se observa un patrón espacial al norte del país, algunos sectores de Puntarenas entre otros. Se encontraron tres distritos con reportes de arsénico sobre la norma y con exceso de riesgo, en la parte norte del país, se tienen dos áreas: Aguas Zarcas cuya morbilidad bruta fue muy elevada 3,00 por cada mil personas y al estandarizar por edad el riesgo fue 1,17 (IC 0,82–1,51), además La Palmera de San Carlos presentó los valores más elevados de las áreas contaminadas, un exceso de riesgo de 1,43 (IC 0,78–2,07), con alta precisión y una morbilidad bruta de 3,90 por cada mil personas.

Finalmente en el rango intermedio de riesgo se encontró el distrito central de Los Chiles, con valor muy cercano a 1,00 el IME fue 1,06 (IC 0,66–1,47) y alta precisión. La morbilidad bruta en esa área fue 2, 59 por cada mil personas. En el resto de los distritos con presencia de arsénico no se presentaron áreas con exceso de riesgo en comparación con el resto del país de 1997 al 2005.

Por otra parte, se encontraron cuatro distritos con presencia de arsénico sobre la norma, que se protegen del riesgo de cáncer de piel en comparación con el promedio nacional, estos son: el distrito de El Amparo de Los Chiles con 0,43 (IC 0,05-0,81), central de Bagaces 0,40 (IC 0,18-0,62), central de La Cruz 0,30 (IC 0,08-0,53) y central de Cañas 0,37 (IC 0,21-0,52) todos los IME son significativos estadísticamente y solamente el último con alta precisión. Las morbilidades brutas fueron: 0,89; 1,34; 0,86 y 0,84 respectivamente por cada mil personas.

Las siguientes áreas se encontraron con exceso de riesgo de enfermarse sobre el promedio nacional con significancia estadística de 1997 al 2005 de cáncer de piel, se presentan según la categoría de exposición a arsénico, provincia y código de distrito:

- Clasificados con baja exposición en Alajuela 20201: San Ramón, 21001: Quesada, en Heredia 40301: Santo Domingo, distrito central 40101: Heredia, en Puntarenas 60601: Quepos y 60201: Espíritu Santo.
- Clasificados como no expuestos en San José 11601: San Pablo, 12001: San Pablo, 11901: San Isidro de El General, 11908: Cajón, en Puntarenas 60401: Miramar, 60804: Limoncito, en Heredia 40801: San Joaquín, en Cartago 30301: Tres Ríos en Alajuela 20701: Palmares, 21002: Florencia y 21006: Pital.
- Los excluidos en San José 10101: Carmen, 11302: Cinco Esquinas, 11101: San Isidro, 10801: Guadalupe, 10301: Desamparados, 11501: San Pedro, 11903: Daniel Flores, en Puntarenas 60107: Guacimal, 60101: Puntarenas, 60801: San Vito, en Cartago 30101: Oriental y en Alajuela 20901: Orotina.

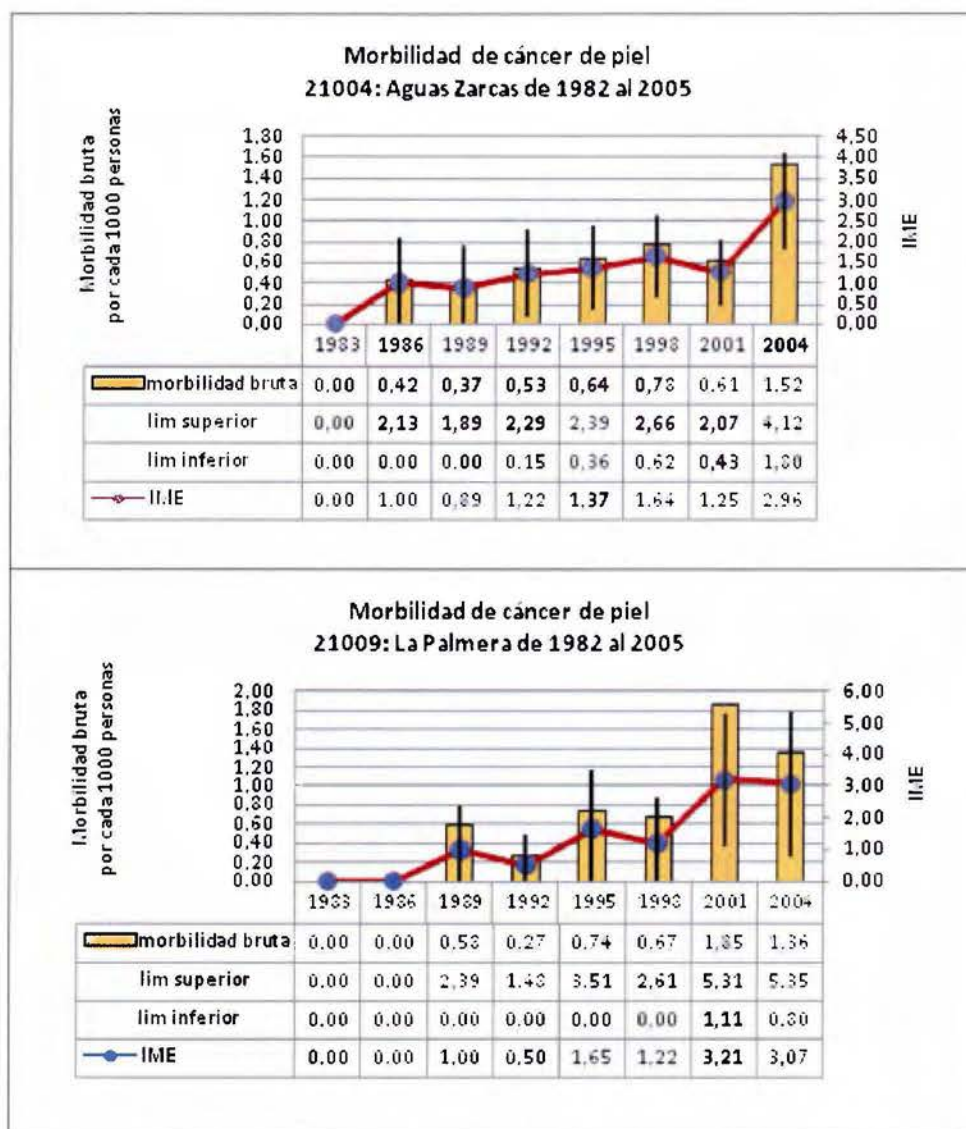
Para conocer el detalle de otras áreas con exceso de riesgo (Ver anexo 4, Cuadro 36). El cáncer de piel fue en el que se observó mayor incidencia del país durante los años analizados (1997 al 2005). Existe limitación en cuanto al registro de datos, porque se desconoce el distrito de residencia del paciente del 25,9% del total de casos ocurridos durante ese período. Por lo que este porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial

y la clasificación por áreas de exposición, sin embargo la totalidad de los casos observados durante ese período y en el resto de los años de estudio sí se incluyeron en la serie temporal a nivel nacional (Ver Gráfico 32 ).

#### **4.6.2. Análisis temporal de la morbilidad por cáncer de piel en distritos de mediana a alta exposición 1982 al 2005**

A continuación se presenta la serie temporal de los distritos de Aguas Zarcas y La Palmera de San Carlos por cáncer de piel:

**Gráfico 29:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de piel distritos de Aguas Zarcas y La Palmera



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

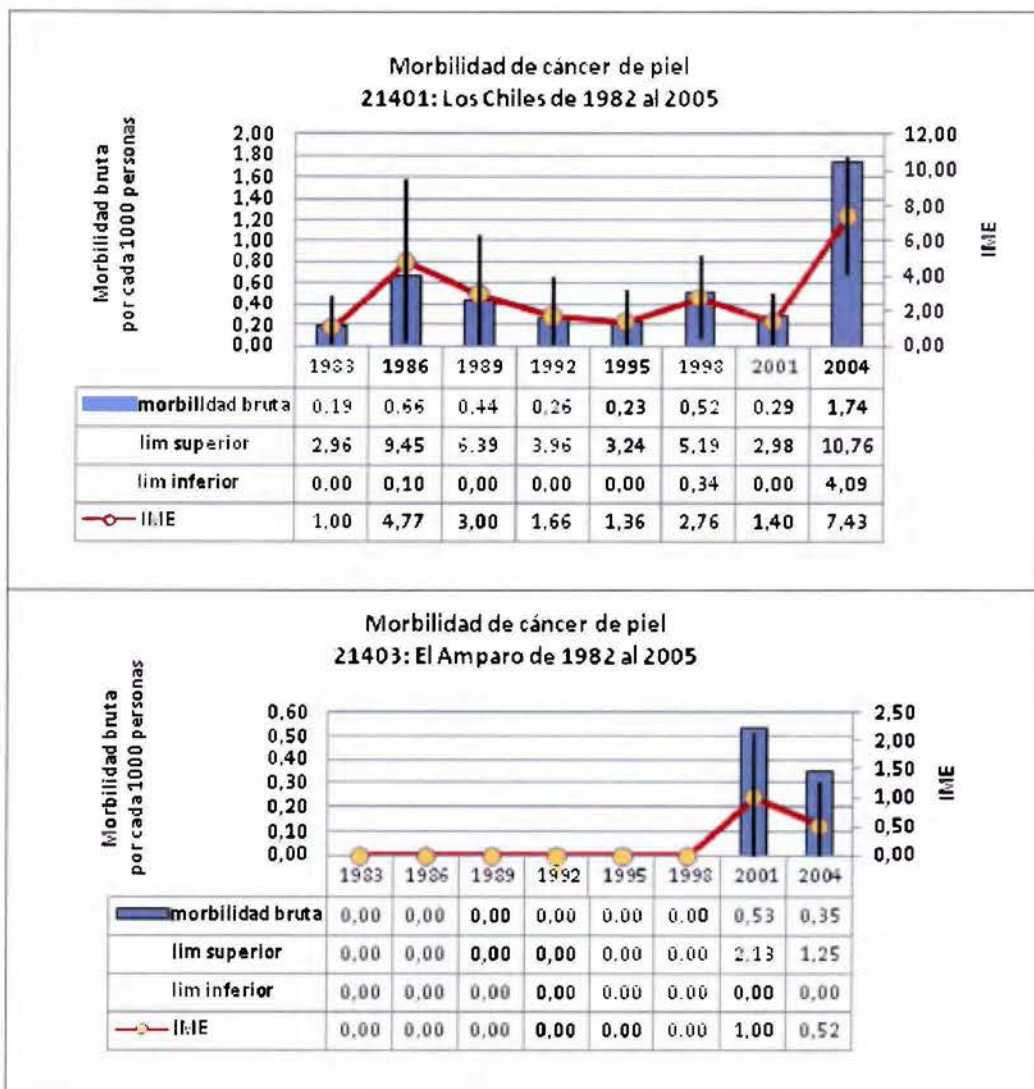
En el gráfico anterior se encontró de la serie temporal del distrito de Aguas Zarcas, una tendencia de aumento y un exceso de riesgo a partir del trienio de 1991 a 1993 hasta el final de la serie, en donde se presentó la morbilidad bruta más elevada 1,52 por cada mil personas, así como el mayor IME de ese lugar con 2,96 (IC 1,80-4,12) veces más riesgo en comparación con lo que ocurrió de 1985 a 1987, los datos son significativos estadísticamente y tienen precisión.

Se considera que lo descrito anteriormente es importante debido a que en sectores de Aguas Zarcas se tenían las concentraciones más elevadas de arsénico (187 µg/L), además porque las lesiones en la piel, incluyendo el cáncer, han sido los efectos característicos asociados con mayor fuerza en múltiples investigaciones a la exposición por el consumo de agua contaminada con arsénico.

En la serie temporal del distrito de La Palmera de San Carlos, los primeros casos se registraron entre 1988 y 1990, a partir de ese período ocurrieron durante todos los trienios de la serie. Se observaron excesos de riesgo desde el trienio de 1994 a 1996, así como aumentos en la morbilidad bruta hasta finalizar la serie, la más elevada fue 1,85 por cada mil personas del 2000 al 2002, a demás en ése período ocurrió el mayor riesgo 3,21 (IC 1,11-5,31) veces más en comparación con el primero del que hubo registro, ése dato es significativo estadísticamente.

A continuación se presenta la serie temporal de los distritos central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles por cáncer de piel:

**Gráfico 30:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de piel distrito central de Los Chiles y el Amparo de Los Chiles



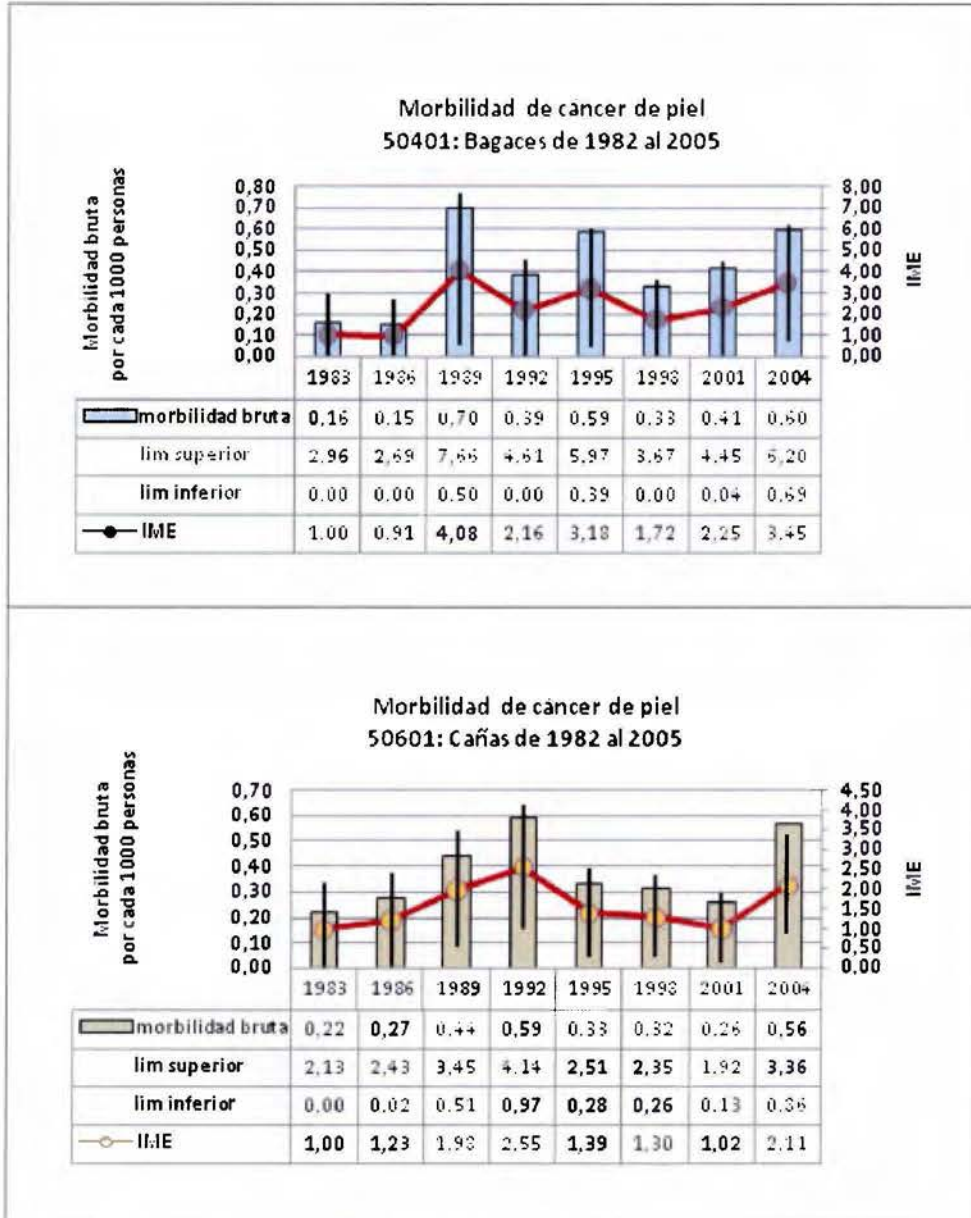
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior de la serie temporal del distrito central de Los Chiles, se puede observar al controlar el efecto de la edad, elevados excesos de riesgo en todos los trienios. Al final de la serie (del 2003 al 2005) hubo una acumulación de casos y la mayor probabilidad de todos los distritos analizados 7,43 (IC 4,09-10,76) veces más riesgo con significancia estadística y alta precisión en comparación con lo que ocurrió de 1982 a 1984, la morbilidad bruta en ese trienio fue 1,74 por cada mil personas. Esta tendencia así como la de Aguas Zarcas corresponden a lo esperado.

En el distrito de El Amparo de Los Chiles, se presentaron casos en los últimos dos trienios, en comparación con el del 2000 al 2002 no hubo excesos de riesgo.

A continuación se presentan las series temporales del distrito central de Bagaces y central de Cañas.

**Gráfico 31:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de piel distrito central de Bagaces y central de Cañas



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

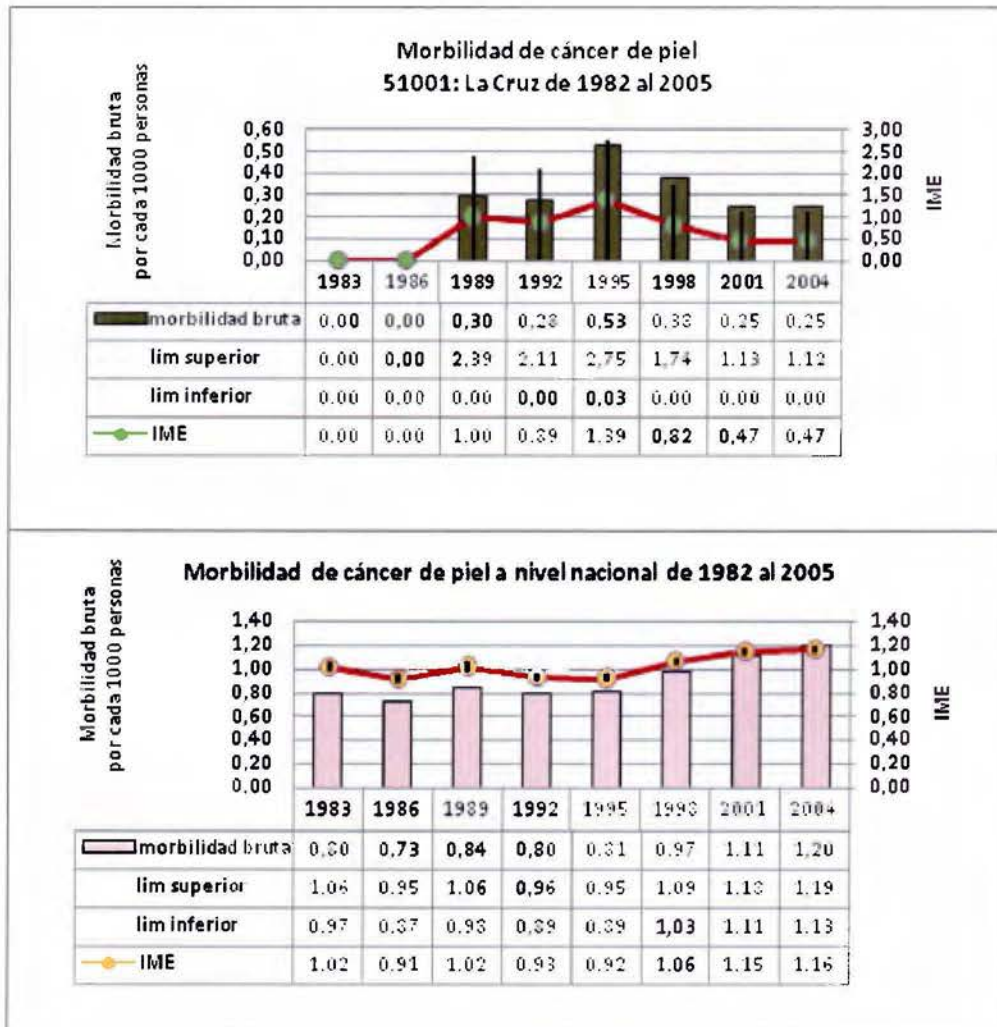


En el gráfico anterior se observa en el distrito central de Bagaces, casos en todos los trienios, de 1988 a 1990 hubo un pico de 4,08 veces más riesgo, en comparación con lo que ocurrió de 1982 a 1984. A partir de ese aumento, en todos los siguientes períodos se presentaron excesos de riesgo, asimismo, durante los últimos tres trienios se observó un incremento tanto en la morbilidad bruta como en el IME hasta el final de la serie, donde hubo 3,45 veces más riesgo respecto al primer período.

Respecto al distrito central de Cañas, de igual manera se presentaron casos en todos los trienios, así como también excesos de riesgo en comparación con el período inicial. Se muestra un incremento hasta 1991-1993 con la morbilidad bruta más alta del área 0,59 por cada mil personas. Posteriormente el riesgo disminuyó hasta el período del 2000 al 2002, finalmente en el último trienio el riesgo aumentó 2,11 veces más en comparación con lo que ocurrió de 1982 a 1984.

A continuación se presentan las series temporales del distrito central de La Cruz y a nivel nacional:

**Gráfico 32:** Serie temporal de 1982 al 2005 de cáncer de piel distrito central de La Cruz y a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

En el gráfico anterior, se observa que los primeros casos del distrito central de La Cruz, ocurrieron entre 1989 y 1990, se presentó un pico de 1994 a 1996 en el cual hubo un exceso de riesgo de 1,39 en comparación con el período inicial y una morbilidad bruta de 0,53 por cada mil personas. Posteriormente la incidencia disminuyó hasta el trienio del 2000 al 2002 y se mantuvo estable en el último período.

En relación a la serie temporal a nivel nacional de cáncer de piel, el IME del primer período 1982-1984 fue 1,02 porque al calcular la tasa de referencia nacional hubo 32 casos de los cuales se desconocía la edad del paciente, razón por la cual se tenía esa cantidad de casos más observados, respecto a los esperados y el IME no fue 1,00.

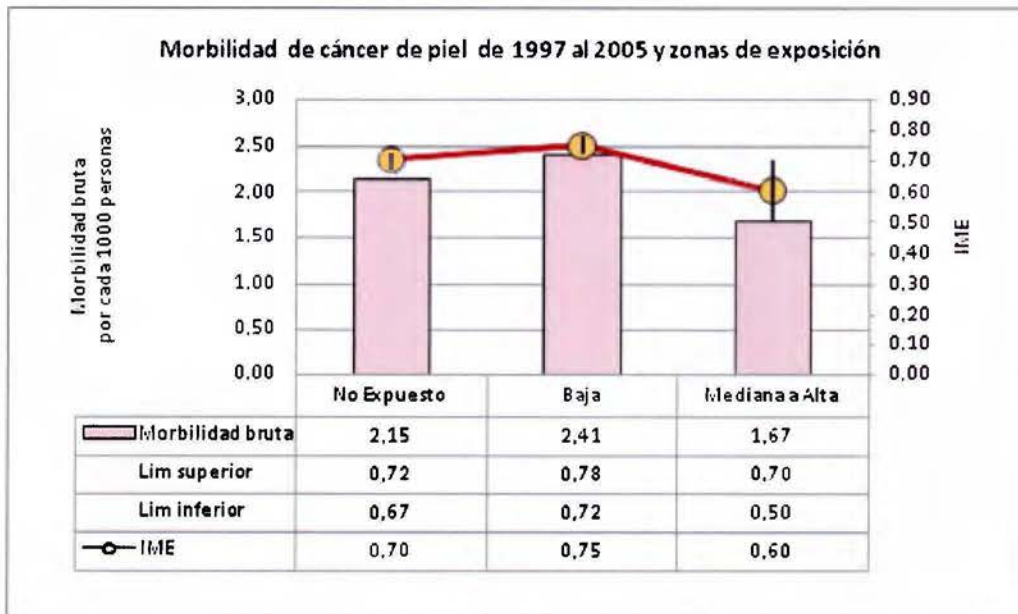
En el trienio de 1985 a 1987 y de 1991 a 1996 al estandarizar por edad hubo protección respecto a lo ocurrido de 1982 a 1984, por otra parte a partir del período de 1997 a 1999 se observó una tendencia de aumento hasta finalizar la serie y se presentaron excesos de riesgo en comparación con el primer trienio, con significancia estadística y alta precisión. Se observó una acumulación de casos al final de la serie temporal, en donde se presentó la morbilidad bruta más elevada 1,20 por cada mil personas y el IME fue 1,16.

Respecto a los diez distritos con presencia de arsénico sobre la norma, en siete de ellos se observaron casos de cáncer de piel: central de La Cruz, central de Bagaces, central de Cañas, El Amparo, central de Los Chiles, Aguas Zarcas y La Palmera. Se destacan esos últimos tres, ya que en al menos un trienio su morbilidad bruta, superó la morbilidad bruta nacional. No se observaron casos de cáncer de piel de 1982 al 2005 en Bebedero, Pavón de Golfito ni Mayorga de Liberia.

#### **4.6.3. Clasificación por zonas de exposición a arsénico y cáncer de piel**

A continuación se presenta el IME según zonas de exposición:

**Gráfico 33:** Clasificación por zonas de exposición y cáncer de piel de 1997 al 2005



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores y proyecciones distritales de población del CCP, 2012

Se puede observar del gráfico anterior que en las tres categorías, al estandarizar por edad, el riesgo fue menor al valor de 1,00 por lo cual no se observó exceso de riesgo, sino se protegen respecto al promedio nacional, con significancia estadística y alta precisión. En relación a la morbilidad bruta, se observan valores importantes tanto en la categoría de no expuesto como las de baja y mediana a alta exposición, en ésta última se presentó la menor morbilidad bruta e IME, mientras que los mayores valores ocurrieron en la categoría de baja exposición.

#### **4.7. Porcentaje de abortos respecto a la cantidad de embarazos en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico**

Se debe tener presente, que en el análisis de los efectos reproductivos, que se contempló solamente los registros de egresos hospitalarios de la CCSS, no se incluyeron datos de abortos ni nacidos muertos atendidos en hospitales ni clínicas privadas.

De la misma forma, debido a que se utilizaron porcentajes y no se emplearon datos de población, fue posible calcular la información del distrito ubicado en Puntarenas con código 60115: El Roble, creado posterior al censo del 2000 y se clasificó en el análisis por zonas, en la categoría de baja exposición.

Asimismo, se logró calcular el porcentaje de los siguientes diez distritos, se presentan según la provincia y el código: en San José 10313: Los Guido, 11605: Carara, en Alajuela 20508: Escobal, en Cartago 30205: Llanos de Santa Lucía, 30511: La Isabel, 30512: Chirripó, en Puntarenas 60309: Brunka, 60110: Isla del Coco, 60116: Arancibia y en Limón 70404: Telire. Sin embargo, no se tenían datos de arsénico en esos lugares por lo cual fueron 171 distritos excluidos del análisis por zonas de exposición en los efectos reproductivos. No obstante, todas las áreas mencionadas anteriormente fue posible representarlas en el análisis espacial.

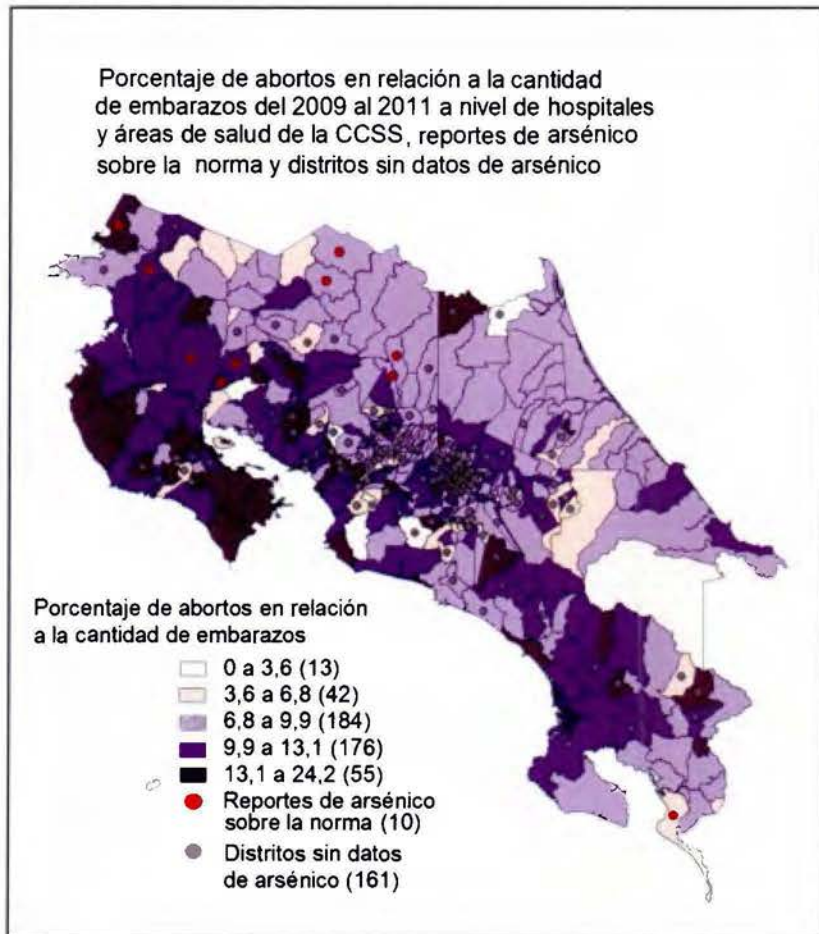
A continuación se presenta el análisis espacial del porcentaje de abortos, un análisis temporal en las áreas con al menos un dato de concentraciones de arsénico sobre la norma y finalmente una síntesis por zonas de exposición.

#### **4.7.1. Análisis espacial del porcentaje de abortos del 2009 al 2011**

En el caso de los abortos se representó espacialmente el último trienio disponible en línea, debido a que estos eventos ocurren con mayor frecuencia por lo que no es necesario extender el período de tiempo para observar casos.

A continuación se presenta el mapa del porcentaje de abortos en cada área:

**Ilustración 7:** Mapa del porcentaje de abortos en relación a la cantidad de embarazos a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En general de la ilustración anterior se puede observar un patrón espacial definido de noroeste a sureste, con una tendencia hacia el pacífico. Asimismo, se muestra mayor porcentaje en algunos sectores de Guanacaste principalmente en Santa Cruz, también en la provincia de Puntarenas, en Sarapiquí, algunas áreas del Caribe, entre otros.

En relación a los distritos con datos de arsénico por encima de la norma, se encontró en el rango más elevado de porcentajes del país, el distrito central de La Cruz con un 13,12% de abortos en relación a la cantidad de embarazos de ese lugar.

Los distritos con presencia de arsénico localizados en el siguiente mayor rango (de 9,9% a 13,1%) son: central de Cañas (12,92%), central de Bagaces (11,87%), Bebedero de Cañas (10,98%) y Mayorga de Liberia (10,53%).

El porcentaje nacional de abortos ocurridos en relación al total de embarazos durante el período del 2009 al 2011 fue 10,09 % por lo cual, en las áreas mencionadas anteriormente se encontraron valores superiores a éste valor respecto a los embarazos de cada distrito durante el mismo período.

En un rango inferior se encontraron las siguientes áreas: el distrito central de Los Chiles con 8,62%, El Amparo de Los Chiles con 7,81%, Aguas Zarcas con 8,85% y La Palmera de San Carlos con 9,65%. Finalmente Pavón de Golfito se observó en uno de los rangos más bajos, con 6,69% de abortos en relación a la cantidad de embarazos de esa área.

Para conocer el detalle de los distritos con porcentajes de abortos, mayores al nacional, según la zona de exposición a arsénico (Ver anexo 4, Cuadro 37).

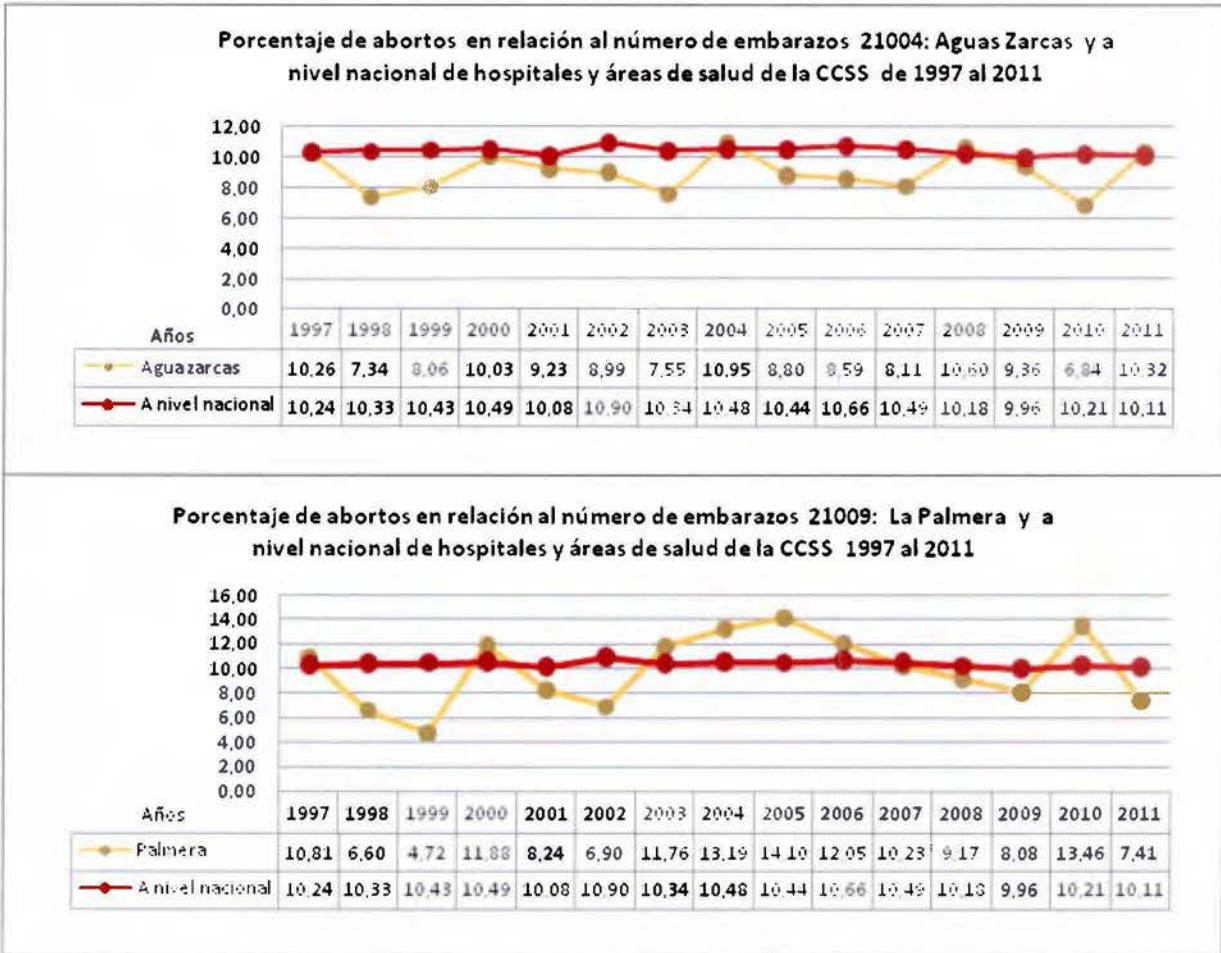
Se desconoce el distrito de residencia del paciente del 0,07% de los abortos, respecto al total de los ocurridos en el período 2009 al 2011, por lo que ese porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial y de la clasificación por zonas de exposición, sin embargo la totalidad se incluyó en las series temporales nacionales, que se presenta en los gráficos de la siguiente sección.

#### **4.7.2. Análisis temporal del porcentaje de abortos en distritos de mediana a alta exposición de 1997 al 2005**

En cada gráfico se aprecia la tendencia anual de abortos a nivel nacional de hospitales y áreas de salud de la CCSS, calculada en relación al número de embarazos de cada año en el país, también se muestran los porcentajes anuales de los distritos con registro de arsénico sobre la norma, con la finalidad de observar su comportamiento a lo largo del tiempo y compararlos respecto a las frecuencias brutas nacionales.

A continuación se presenta la serie temporal de 1997 al 2011 de abortos en Aguas Zarcas, La Palmera de San Carlos y a nivel nacional:

**Gráfico 34:** Serie temporal de 1997 al 2011 de abortos en relación al número de embarazos a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS en los distritos de Aguas Zarcas, La Palmera y a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

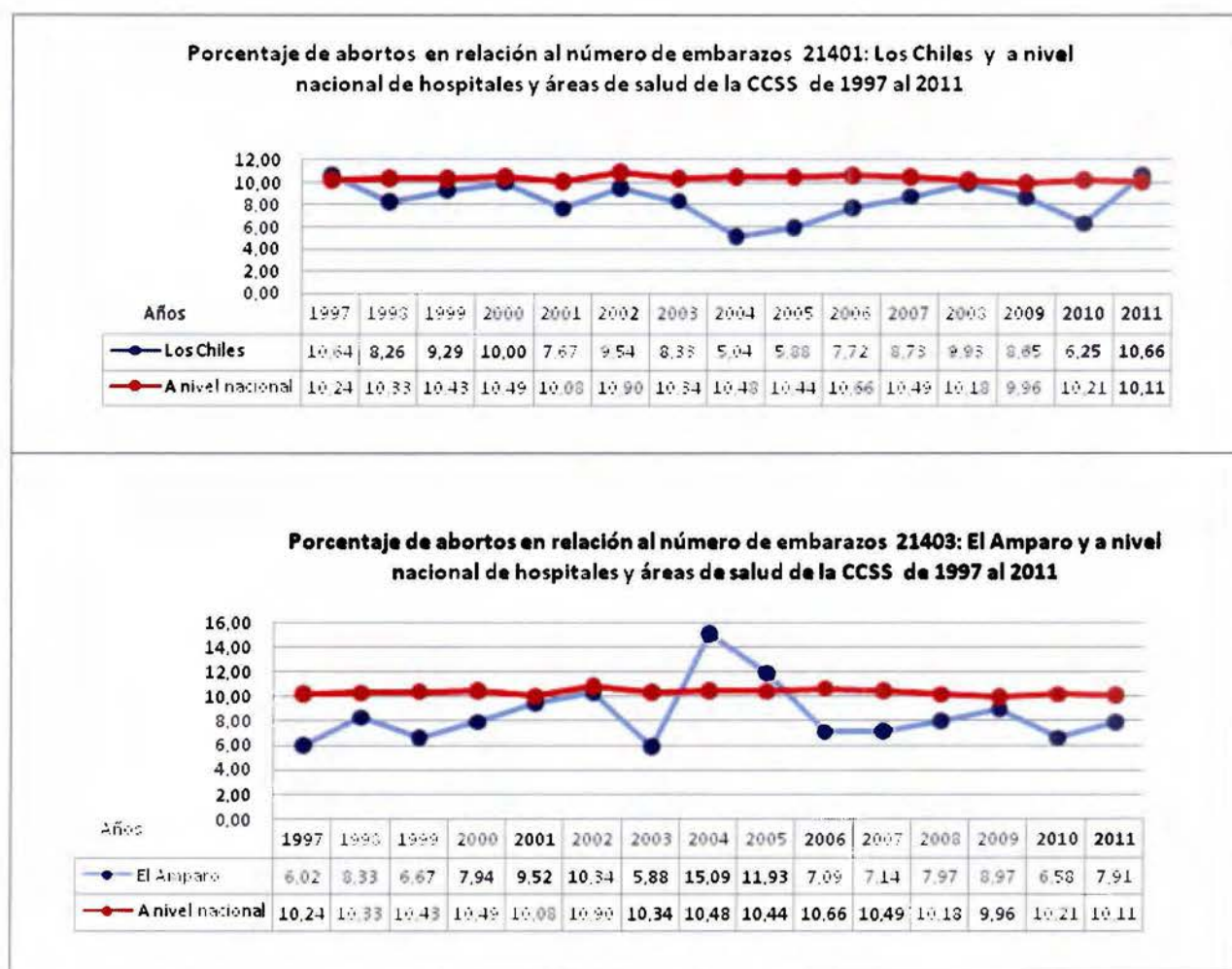
En el gráfico anterior se observa de la serie temporal del distrito de Aguas Zarcas de San Carlos en términos generales se mantuvo con valores inferiores respecto a los porcentajes nacionales, no obstante, presentó durante los años de 1997, 2004, 2008 y 2011 valores cercanos y mayores. El mayor porcentaje en Aguas Zarcas fue durante el 2004 con 10,95% mientras que a nivel nacional fue 10,48% durante el mismo período.



En el distrito de La Palmera de San Carlos, durante los años de 1997 y 2000 se observa que el porcentaje de abortos en relación a la cantidad de embarazos que ocurrieron en esa área fue mayor al porcentaje nacional. Se aprecia una tendencia de aumento a partir del 2003 hasta el 2006 así como en el 2010. El porcentaje más alto ocurrió durante el 2005, fue de 14,10% mientras que a nivel nacional fue 10,44%. Durante los otros períodos los valores se mantuvieron por debajo de lo ocurrido en el país.

A continuación se presentan la serie temporal de abortos del distrito central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles:

**Gráfico 35:** Serie temporal de 1997 al 2011 de abortos en relación al número de embarazos a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS en el distrito central de Los Chiles, El Amparo de Los Chiles y a nivel nacional.

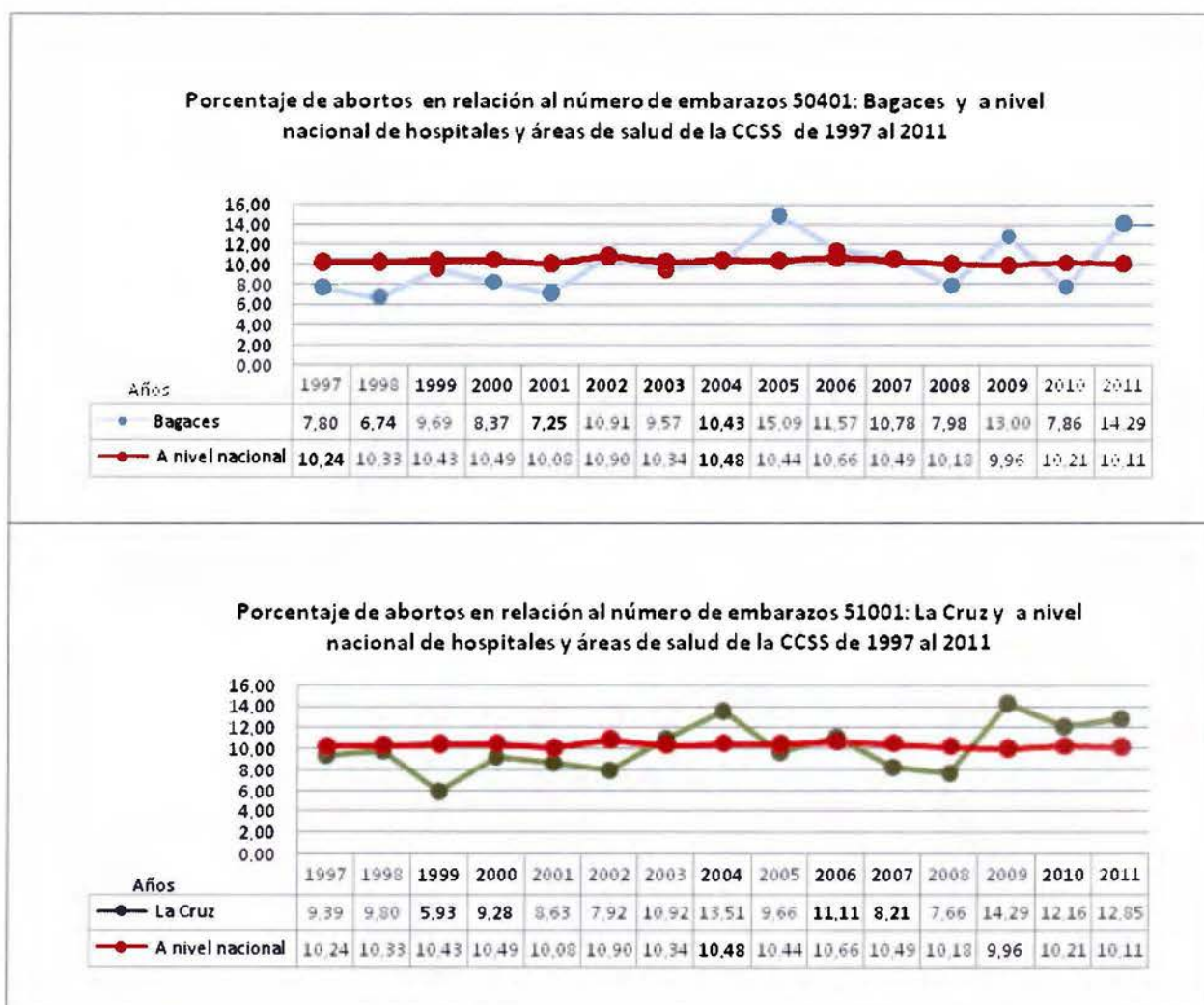


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa en el distrito central de Los Chiles una tendencia con valores por debajo de los nacionales, solamente durante los años de 1997 y 2011 supera esos datos porcentajes muy cercanos. Durante ese último período ocurrió el más elevado con 10,66%, mientras que a nivel nacional en ese año fue 10,11%. Respecto a El Amparo de Los Chiles de igual forma se observó la misma tendencia con valores inferiores a los nacionales, a excepción del 2005 y 2004, durante éste último año se presentó el valor más elevado con 15,09%, mientras que a nivel nacional en ese período fue 10,48%.

A continuación se presenta la serie temporal del distrito central de Bagaces y central de La Cruz por abortos:

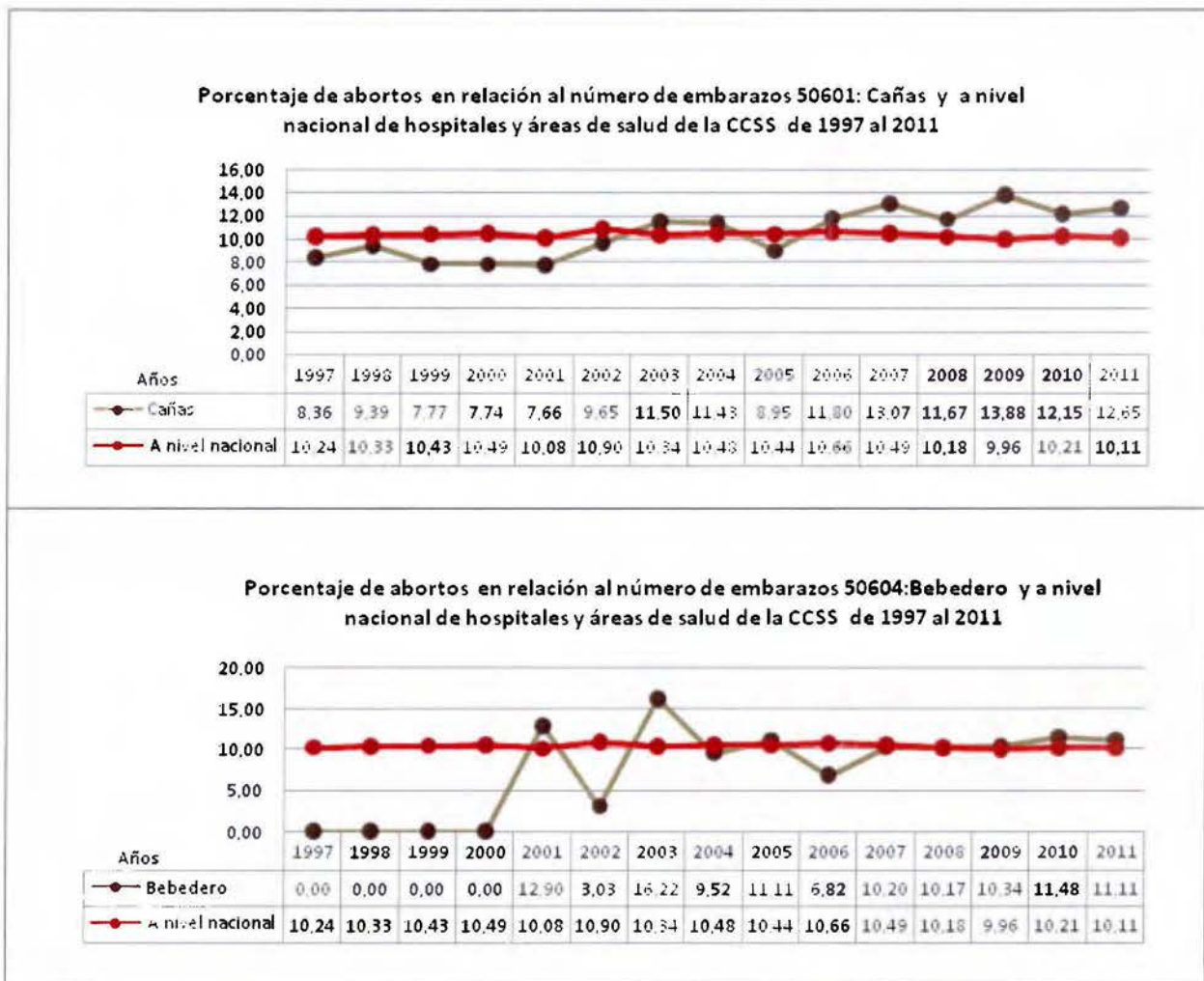
**Gráfico 36:** Serie temporal de 1997 al 2011 de abortos en relación al número de embarazos a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS en el distrito central de Bagaces, central de La Cruz y a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa la mayoría de la serie temporal del distrito central de Bagaces, con datos inferiores a la tendencia nacional, no obstante, durante del 2006 y 2007 se presentaron valores mayores y cercanos. Además, en el 2005, 2009 y 2011 se observan datos más elevados, se destaca el primero de ellos, período con 15,09% mientras que a nivel nacional fue 10,44%. Respecto La Cruz se aprecia una tendencia con mayores porcentajes a partir del 2009 hasta finalizar la serie, así mismo ocurrió, durante el 2003, 2004 y 2006. Cabe destacar el 2009 con 14,29% mientras que a nivel nacional en ese período fue un 9,96%, los demás años de la serie temporal, se encuentran con valores inferiores a la tendencia nacional. A continuación se presentan las series temporales del distrito central de Cañas y Bebedero de Cañas:

**Gráfico 37:** Serie temporal de 1997 al 2011 de abortos en relación al número de embarazos a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS en el distrito central de Cañas, Bebedero de Cañas y a nivel nacional



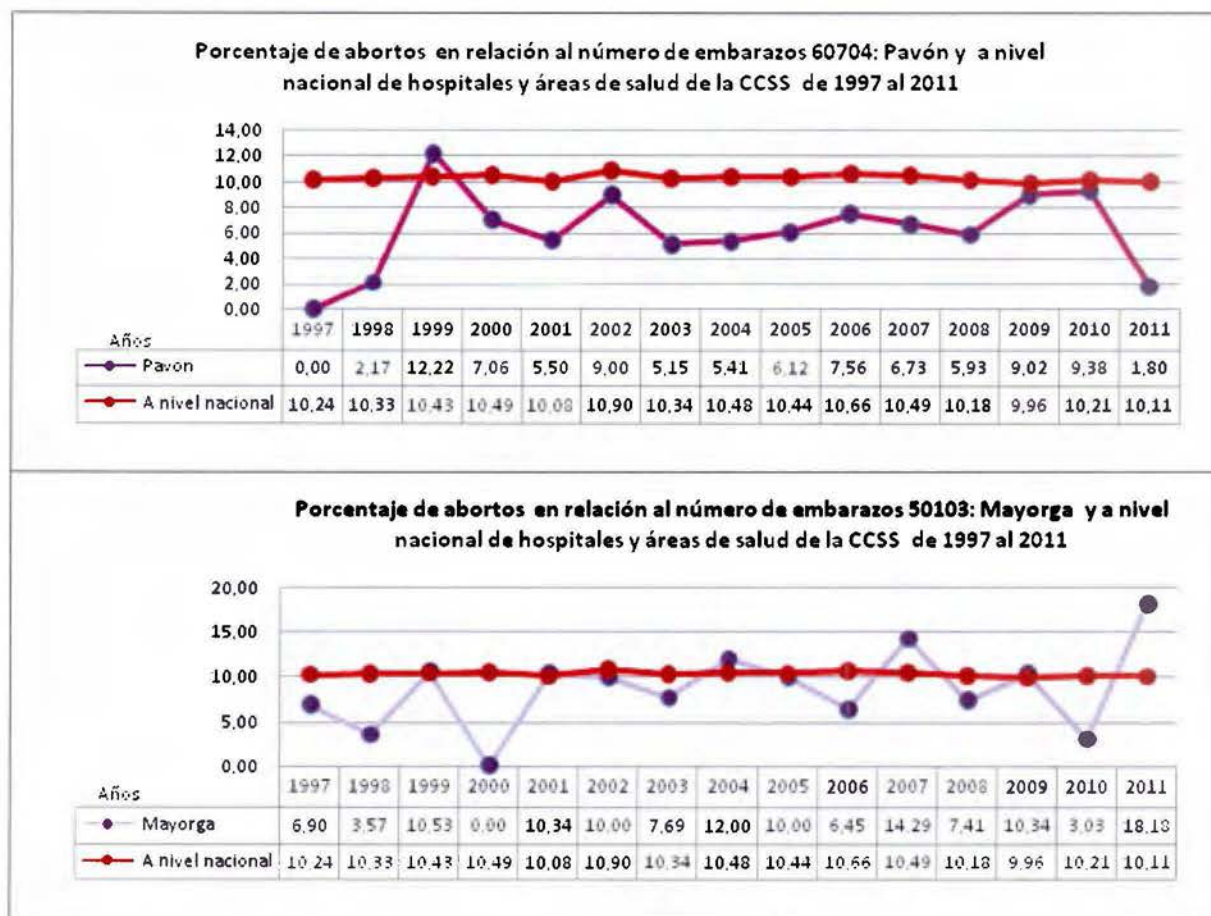
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa de la serie temporal del distrito central de Cañas, desde 1997 hasta el 2002, porcentajes de abortos menores en comparación con los nacionales. Por otra parte, durante el 2003 y 2004 aumentaron con valores superiores a los ocurridos a nivel nacional. Del mismo modo se observó ésa tendencia a partir del 2006 y hasta finalizar la serie temporal. Se destaca el 2009 con un pico de 13,88% mientras que a nivel nacional en ese período fue 9,96%.

Respecto al distrito de Bebedero de Cañas durante los primeros cuatro años de 1997 al 2000 no se presentaron casos de abortos, sin embargo durante el 2001 y 2003 se muestran valores superiores, se destaca ése último año con el mayor porcentaje 16,22% mientras que el nacional durante el mismo período fue 10,34%. Asimismo, con datos inferiores ocurrió en el 2005 y los últimos tres años de la serie, finalmente en los demás períodos la tendencia se mantuvo por debajo de la nacional.

A continuación se presenta la serie temporal del distrito central de Pavón de Golfito, Mayorga de Liberia y a nivel nacional:

**Gráfico 38:** Serie temporal de 1997 al 2011 de abortos en relación al número de embarazos a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS en el distrito de Pavón, Mayorga y a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

Al sur del país, en el distrito de Pavón de Golfito, al inicio de la serie durante el primer año no se tiene registro de casos y durante la mayoría de los años, los valores fueron menores a la tendencia nacional, a excepción de 1999, en el cual el porcentaje fue mayor con 12,22 %.

Finalmente, en el distrito de Mayorga de Liberia, se observó una fluctuación a lo largo de la serie temporal, así como porcentajes mayores a los nacional durante los años de 1999, 2001 y principalmente en el 2004, 2007, 2009 y 2011. Se destaca al final de la serie, este último año en el cual se presentó un 18,18% mientras que a nivel nacional en ese período fue 10,11%. Los porcentajes de los años restantes se encontraron por debajo de la tendencia y durante el 2000 no se tienen registros de casos.

#### 4.7.3. Clasificación por zonas de exposición a arsénico y porcentaje de abortos

A continuación se presentan los porcentajes de abortos en relación a la cantidad de embarazos por cada distrito de acuerdo a las zonas de exposición:

**Gráfico 39:** Clasificación por zonas de exposición y porcentaje de abortos del 2009 al 2011



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa un leve incremento en las frecuencias brutas de abortos, según la categoría de exposición. Los porcentajes de esas últimas dos categorías muestran valores por encima del porcentaje nacional (10,09%).

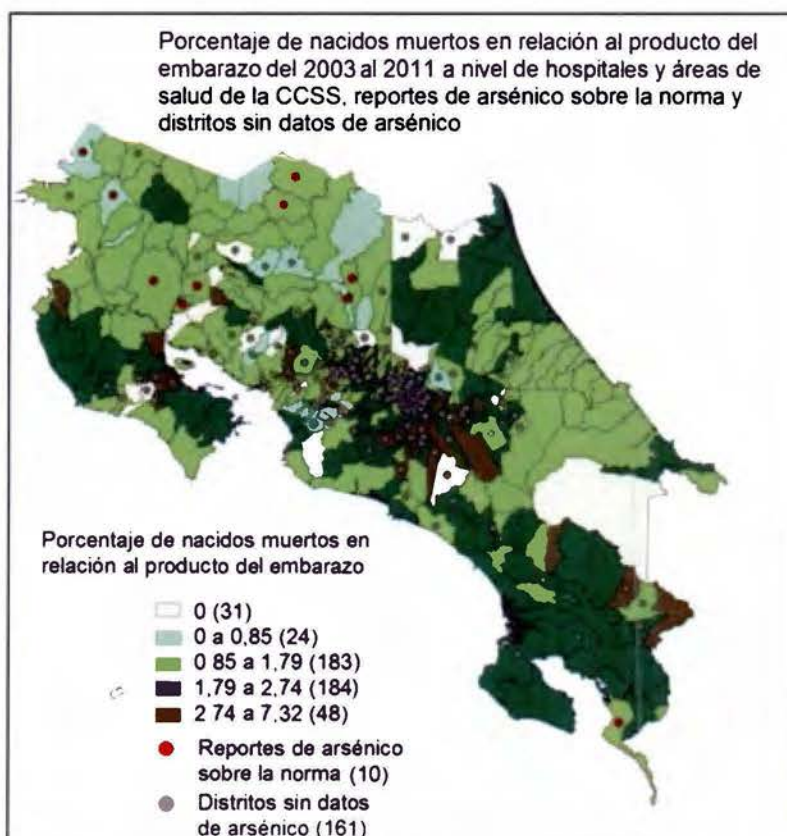
#### 4.8. Porcentaje de nacidos muertos respecto al producto del embarazo en Costa Rica asociado al consumo de agua con arsénico

A continuación se presenta el análisis espacial del porcentaje de nacidos muertos de cada área, se utilizó como denominador las posibilidades del producto del embarazo que pueden ser: nacido vivo, nacido muerto o aborto. De igual forma se muestra un análisis temporal, en áreas con datos de concentraciones de arsénico sobre la norma y finalmente se muestra una síntesis por zonas de exposición a arsénico.

#### 4.8.1. Análisis espacial del porcentaje de nacidos muertos de 1997 al 2011

A continuación se presenta el mapa de nacidos muertos:

**Ilustración 8:** Mapa del porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo a nivel de hospitales y áreas de salud de la CCSS del 2003 al 2011.



Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de la división político – administrativa de distritos ITCR 2008, datos del LNA y Área de Estadística de la CCSS, 2012

En la ilustración anterior se pueden observar algunas áreas con los mayores porcentajes en Cartago, Limón, Puntarenas, Guanacaste y al sur del país.

Siete distritos con presencia de arsénico se encontraron en un mismo rango que va de 0,85% a 1,79%, a continuación se detallan: Aguas Zarcas (0,89%), el distrito central de Bagaces (0,86%), El Amparo (0,90%), Los Chiles (1,15%), distrito central de Cañas (1,15%), Bebedero de Cañas (1,16%) y Pavón de golfito (1,73%). Otros tres distritos se encontraron en un rango inferior estos son: La Cruz (0,76%), La Palmera (0,72%) y Mayorga de Liberia (0,39%).

A nivel nacional del 2003 al 2011 se encontró un porcentaje de 1,88% de nacidos muertos, todas las áreas con presencia de arsénico sobre la norma, se observaron por debajo de este valor.

Se desconoce el distrito de residencia de la madre del 0,31% de casos de nacidos muertos respecto al total de los ocurridos del 2003 al 2011, por lo que este porcentaje queda fuera del alcance del análisis espacial y de la clasificación por áreas de exposición, sin embargo la totalidad si se incluyó en la serie temporal a nivel nacional, que se presenta en los siguientes gráficos.

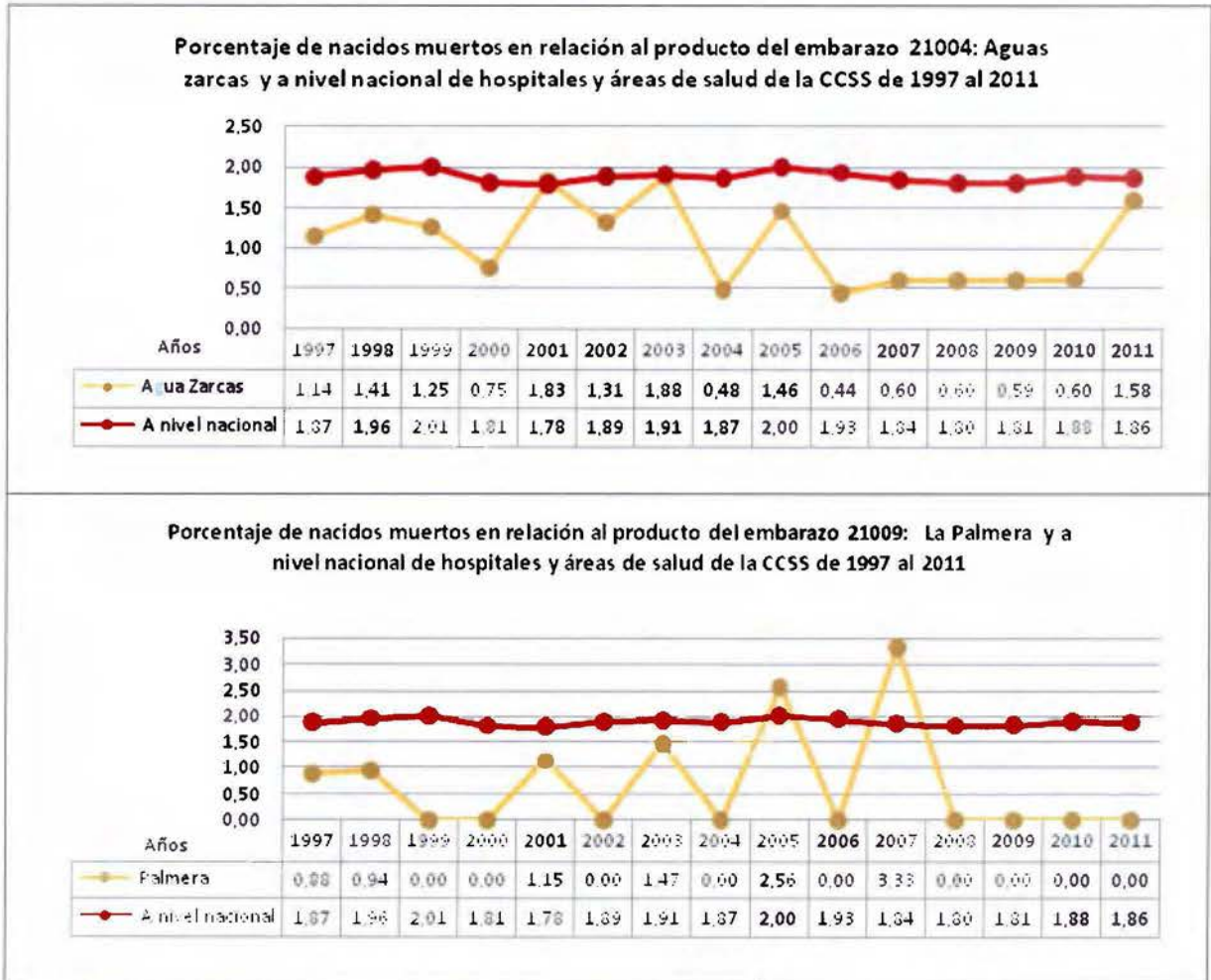
Para conocer el detalle de otras áreas con porcentajes por encima del valor nacional (Ver anexo 4, Cuadro 38).

#### **4.8.2. Análisis temporal del porcentaje de nacidos muertos en distritos de mediana a alta exposición 1997 al 2011**

A continuación se presentan las series temporales de los distritos de Aguas Zarcas, La Palmera y a nivel nacional de nacidos muertos:



**Gráfico 40:** Series temporales de 1997 al 2011 de porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo en los distritos de Aguas Zarcas, La Palmera y a nivel nacional

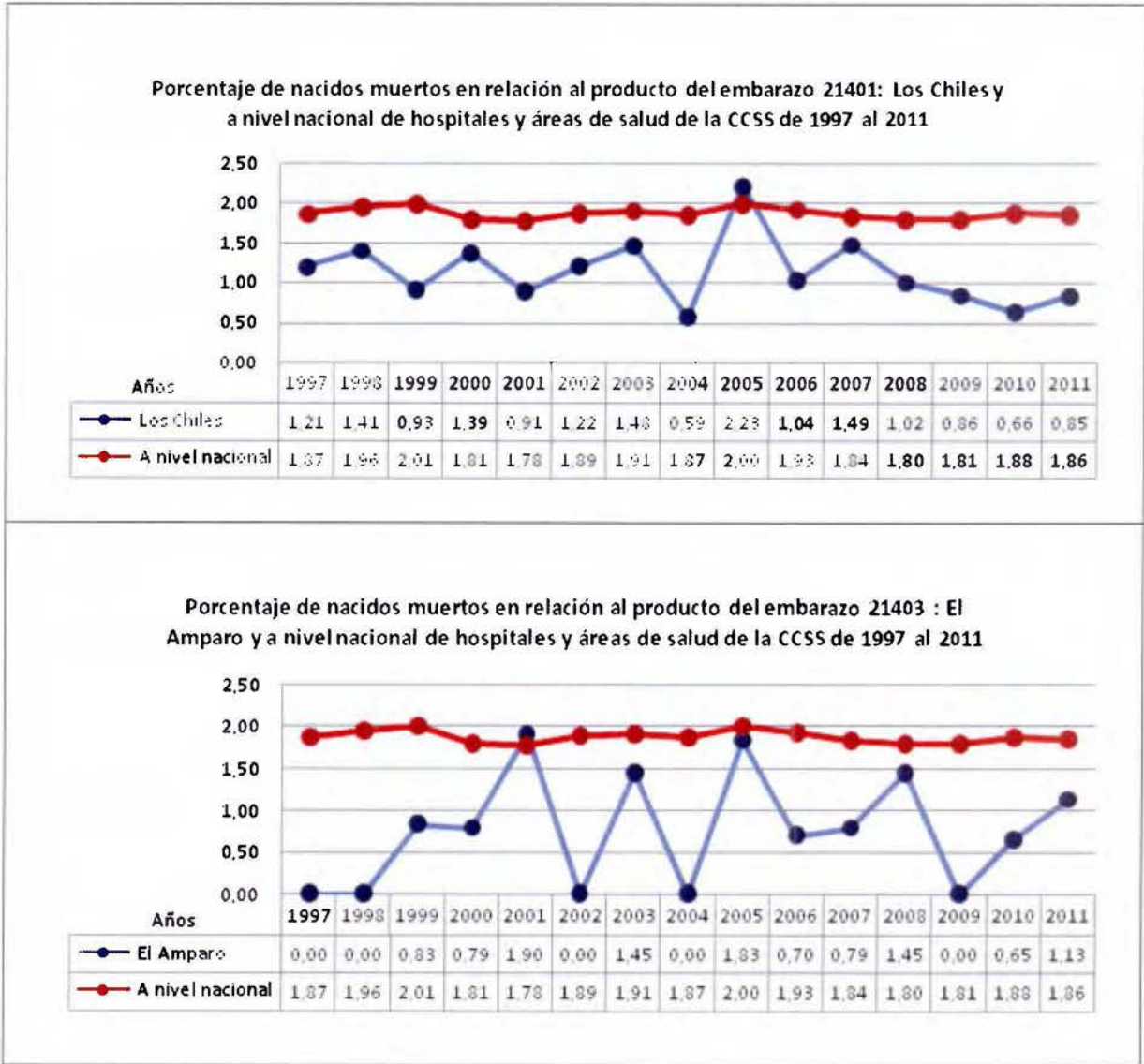


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa del distrito de Aguas Zarcas una tendencia con valores inferiores a los porcentajes nacionales de cada año, a excepción del 2001. En el distrito de La Palmera, de igual forma en su mayoría los porcentajes estuvieron por debajo de los nacionales, a excepción del 2005 y especialmente en el 2007 año en el cual se observó el más alto con 3,33% mientras que a nivel nacional en ese año fue 1,84%. A partir del 2008 y hasta finalizar la serie, no se registraron casos de egresos hospitalarios por partos cuyo producto fue un nacido muerto.

A continuación se presentan las series temporales de nacidos muertos del distrito central de Los Chiles y El Amparo de Los Chiles:

**Gráfico 41:** Series temporales de 1997 al 2011 de porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo en el distrito central de Los Chiles, El Amparo de Los Chiles y a nivel nacional

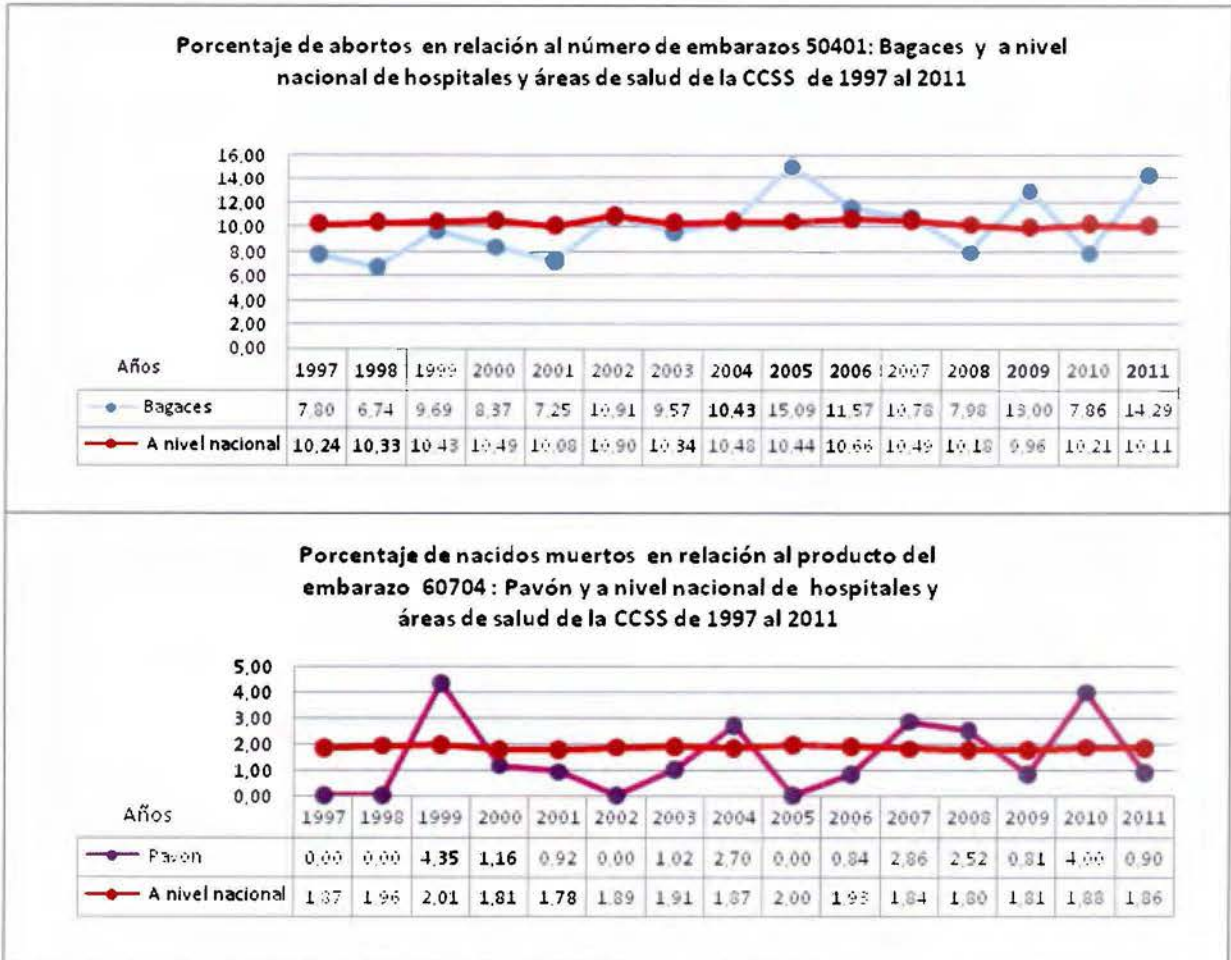


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa del distrito central de Los Chiles una tendencia inferior a los porcentajes nacionales de nacidos muertos, solamente en el 2005 fue superior con 2,23% en comparación con el porcentaje nacional en ese período, el cual fue 2,00%. De igual forma, ocurrió con los datos de El Amparo de Los Chiles, en este año el aumento ocurrió durante el 2001 con 1,90% respecto al nacional 1,78%.

A continuación se presentan las series temporales de nacidos muertos del distrito central de Bagaces, Pavón y a nivel nacional:

**Gráfico 42:** Series temporales de 1997 al 2011 de porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo en el distrito central de Bagaces, Pavón y a nivel nacional

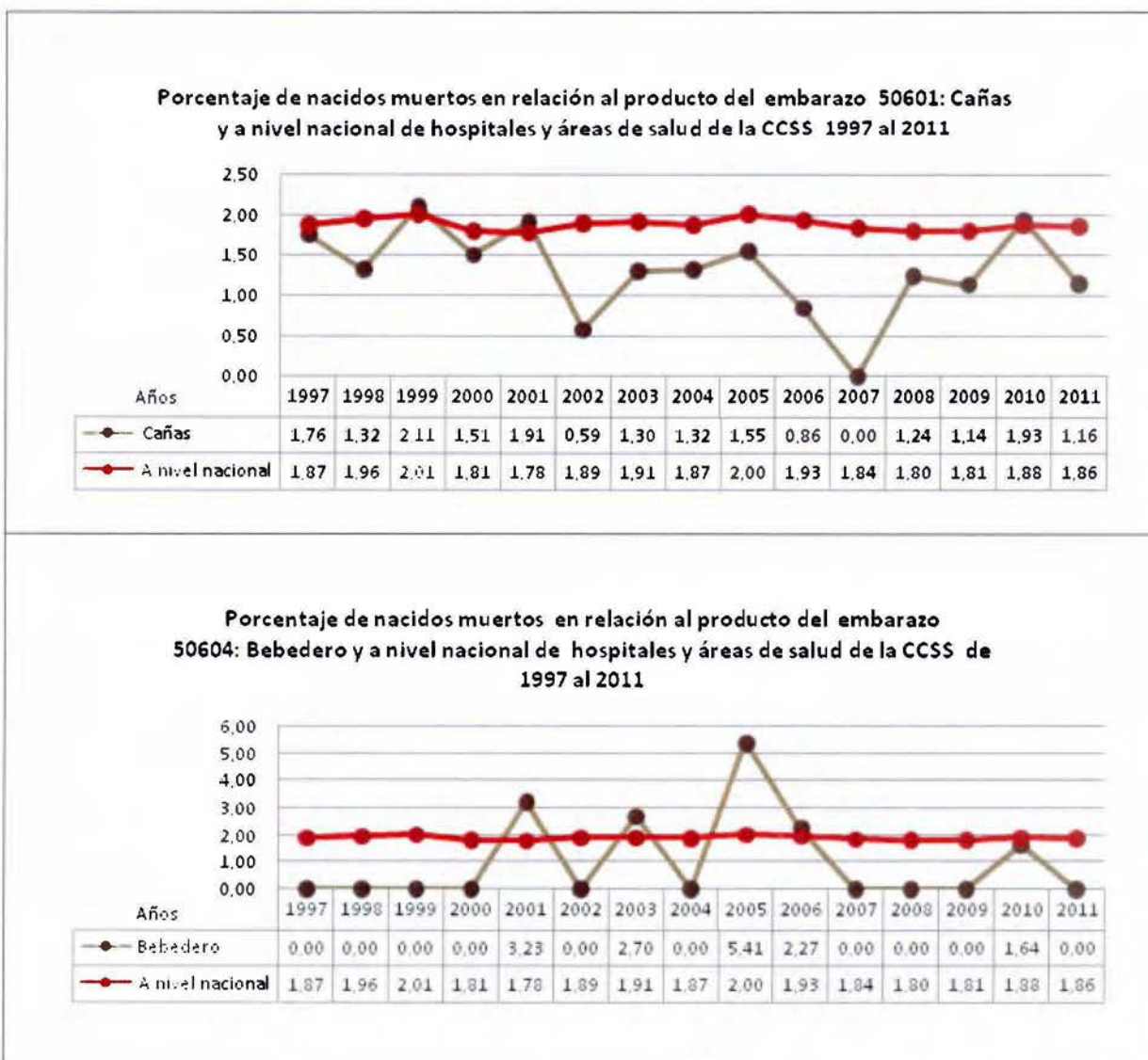


Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa de la serie temporal del distrito central de Bagaces datos inferiores a la tendencia nacional, solamente durante el 2001 y 2004 el porcentaje de nacidos muertos en esa área fue mayor a los nacionales, se destaca ése último año con 3% mientras que a nivel nacional en ése período fue 1,87%. En el distrito de Pavón no se presentaron casos en los dos primeros años, tampoco en el 2002 ni 2005. No obstante, el mayor valor fue en 1999 con 4,35% mientras que a nivel nacional en ese período fue 2,01%, de igual forma ocurrió en el 2004, 2007, 2008 y principalmente en el 2010. En los restantes años el porcentaje de nacidos muertos se mantuvo inferior respecto al nacional.

A continuación se presentan los porcentajes de nacidos muertos del distrito central de Cañas y Bebedero de Cañas:

**Gráfico 43:** Series temporales de 1997 al 2011 de porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo en el distrito central de Cañas, Bebedero de Cañas y a nivel nacional



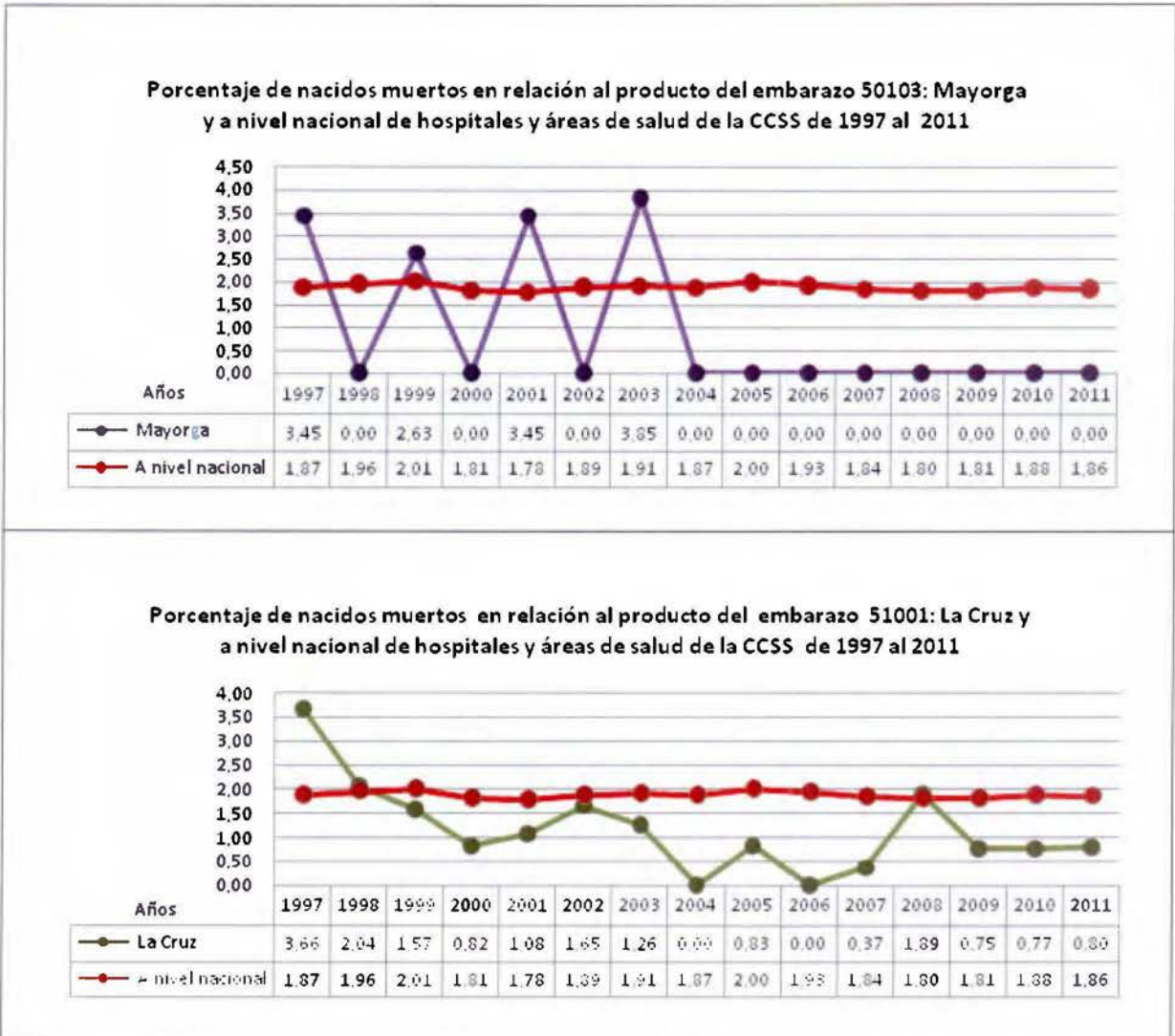
Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa del distrito central de Cañas, la mayoría de los años con porcentajes inferiores a la tendencia nacional, solamente durante 1999, 2001 y 2010 fueron levemente mayores. Respecto a Bebedero de los cinco años en los cuales hubo casos, en cuatro (2001, 2003, 2005 y 2006) el porcentaje fue mayor respecto al nacional.

Se destaca principalmente el 2005 con 5,41% mientras que en ese año el porcentaje a nivel nacional fue 2%.

A continuación se presentan los porcentajes de nacidos muertos de Mayorga de Liberia y el distrito central de La Cruz:

**Gráfico 44:** Series temporales de 1997 al 2011 de porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo en el distrito de Mayorga de Liberia, el central de La Cruz y a nivel nacional



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa en Mayorga de Liberia, que todos los años con casos presentaron cifras superiores al porcentaje nacional, especialmente durante el 2003 con 3,85% mientras que a nivel nacional fue 1,91%.

En el distrito central de La Cruz, durante 1997 se presentó el valor más alto con 3,66% mientras que a nivel nacional fue 1,87%. De forma similar ocurrió durante 1998 y el 2008, en los cuales los porcentajes fueron levemente superiores respecto al nacional, los demás años se mantuvieron por debajo de la tendencia respecto a lo ocurrido en el país.

**4.8.3. Clasificación por zonas de exposición y porcentaje de nacidos muertos**

A continuación se presenta el porcentaje de nacidos muertos en relación al producto del embarazo según las zonas de exposición:

**Gráfico 45:** Clasificación por zonas de exposición y porcentajes de nacidos muertos del 2003 al 2011



Fuente: Elaboración propia con base en datos del LNA y Área de Estadística en Salud de la CCSS, 2012

En el gráfico anterior se observa una tendencia de disminución según la exposición. Respecto al porcentaje nacional del 2003 al 2011 (1,88%), la categoría de baja y mediana, se encontraron por debajo de éste valor, mientras que los no expuestos, presentan una cifra superior cercana.

#### 4.9. Síntesis de resultados

Esta sección pretende mostrar un resumen de la información obtenida según la clasificación por zonas de exposición a arsénico y del análisis espacial, para facilitar la visualización de los resultados.

**Cuadro 4:** Síntesis de riesgo por zonas de exposición a arsénico

Padecimientos y años de análisis	No expuesto (No detectado)		Baja (≥3 µg/L a ≤ 10 µg/L)		Mediana a alta (≥ 11 µg/L a ≤187 µg/L)	
	Morb bruta <sup>a</sup>	IME	Morb bruta	IME	Morb bruta	IME
Insuficiencia Renal Crónica 2003 al 2011	0,56	1,00 (0,93-1,06)	0,66	1,16 <sup>**†</sup> (1,08 – 1,24)	1,92	3,59 <sup>**†</sup> (3,04 – 4,13)
Cáncer de riñón 1997 al 2005	0,17	0,82 <sup>**</sup> (0,72-0,92)	0,21	0,95 (0,82-1,07)	0,16	0,82 (0,38-1,27)
Cáncer de vejiga 1997 al 2005	0,21	0,88 <sup>**</sup> (0,79-0,98)	0,22	0,90 (0,78-1,01)	0,07	0,34 <sup>*</sup> (0,07-0,61)
Cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas 1997 al 2005	0,32	0,99 (0,90-1,08)	0,32	0,97 (0,87-1,07)	0,28	0,97 (0,58-1,37)
Cáncer de pulmón y bronquios 1997 al 2005	0,46	0,88 <sup>**</sup> (0,82-0,95)	0,55	1,01 <sup>†</sup> (0,93-1,09)	0,44	0,94 (0,64-1,25)
Cáncer de piel 1997 al 2005	2,15	0,70 <sup>**</sup> (0,67-0,72)	2,41	0,75 <sup>**</sup> (0,72-0,78)	1,67	0,60 <sup>**</sup> (0,50-0,70)

(\*) Significativo estadísticamente

(\*\*) Significativo estadísticamente y alta precisión

(†) Por encima del promedio nacional

(<sup>a</sup>) Morbilidad bruta por cada mil personas

Fuente: Elaboración propia, con base en datos del LNA, Registro Nacional de Tumores, proyecciones distritales de población del CCP y Área de Estadística de la CCSS, 2013

En el cuadro anterior se observa en la zona de baja y mediana a alta exposición exceso de riesgo de IRC. En los de baja exposición se observó débil asociación con cáncer de pulmón y

bronquios y se protegen de cáncer de piel. Los no expuestos se protegen del riesgo de cáncer de riñón, vejiga, pulmón y bronquios así como de piel.

En relación a la morbilidad bruta, el cáncer de piel a nivel nacional presentó los mayores valores respecto los otros tipos de cáncer analizados, no obstante, de las tres categorías la menor ocurrió en las áreas con mediana a alta exposición. Finalmente, se observó en ellas la morbilidad bruta más elevada de IRC.

A continuación se presenta una síntesis de los efectos reproductivos por zonas de exposición a arsénico:

**Cuadro 5:** Síntesis de porcentaje de efectos reproductivos por zonas de exposición a arsénico

Efectos reproductivos	No expuesto (ND)	Baja (≥3 µg/L a ≤ 10 µg/L)	Mediana a alta (≥ 11 µg/L a ≤187 µg/L)
	Porcentaje		
Abortos 2009 al 2011	9,93	10,21 <sup>†</sup>	10,44 <sup>†</sup>
Nacidos muertos 2003 al 2011	1,98 <sup>†</sup>	1,78	1,00

ND: No detectado, límite de detección 1 µg/L

(<sup>†</sup>) Por encima del porcentaje nacional

Fuente: Elaboración propia, con base en datos del LNA y Área de Estadística de la CCSS, 2013

En el cuadro anterior se observa un leve incremento en el porcentaje de frecuencias brutas de abortos, según aumenta la categoría de exposición. En contraste, en las zonas de baja y mediana a alta exposición los porcentajes de nacidos muertos presentan valores por debajo del porcentaje nacional y solamente en los no expuestos fue mayor con una cifra cercana.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los datos de riesgo obtenidos del análisis espacial:



**Cuadro 6:** Síntesis de riesgos del análisis espacial en áreas con datos sobre la norma de arsénico en sistemas de agua para consumo

Código y nombre de distritos	Insuficiencia Renal Crónica 2003-2011		C. riñón 1997-2005		C. vejiga 1997-2005		C. hígado y vías biliares intrahepáticas 1997-2005		C. pulmón y bronquios 1997-2005		C. piel 1997-2005		Abortos 2009-2011	Nacidos muertos 2003-2011
	Morb bruta <sup>a</sup>	IME e IC	Morb bruta	IME e IC	Morb bruta	IME e IC	Morb bruta	IME e IC	Morb bruta	IME e IC	Morb bruta	IME e IC	Porcentaje	
50601: Cañas	2,61	4,68 <sup>**†</sup> (3,39-5,96)	0,15	0,74 (0,00-1,58)	0,05	0,21 (0,00-0,63)	0,41	1,28 <sup>†</sup> (0,39 – 2,17)	0,67	1,29 <sup>†</sup> (0,59 – 1,99)	0,84	0,37 <sup>**</sup> (0,21-0,52)	12,92 <sup>†</sup>	1,15
21004: Aguas Zarcas	0,39	0,77 (0,20 – 1,34)	0,20	1,12 <sup>†</sup> (0,00–2,38)	0,07	0,35 (0,00-1,03)	0,27	1,03 <sup>†</sup> (0,02 -2,03)	0,48	1,12 <sup>†</sup> (0,29 – 1,95)	3,00	1,17 <sup>†</sup> (0,82 –1,51)	8,85	0,89
51001: La Cruz	1,23	2,21 <sup>†</sup> (0,84-3,58)	0,49	2,51 <sup>†</sup> (0,05–4,97)	0,12	0,56 (0,00-1,65)	0,25	0,83 (0,00-1,98)	0,61	1,29 <sup>†</sup> (0,16 – 2,42)	0,86	0,30 <sup>*</sup> (0,08-0,53)	13,12 <sup>†</sup>	0,76
50401: Bagaces	3,00	5,12 <sup>**†</sup> (3,32-6,92)	0,21	0,92 (0,00-2,20)	0,10	0,39 (0,00-1,15)	0,41	1,17 <sup>†</sup> (0,02–2,32)	0,31	0,54 (0,00-1,15)	1,34	0,40 <sup>*</sup> (IC 0,18-0,62)	11,87 <sup>†</sup>	0,86
50103: Mayorga	0,75	1,31 <sup>†</sup> (0,00-3,87)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	2,94 <sup>†</sup> (0,00 – 7,02)	0,00	0,00	10,53 <sup>†</sup>	0,39
21401: Los Chiles	3,62	7,11 <sup>**†</sup> (4,94-9,29)	0,10	0,55 (0,00-1,63)	0,10	0,51 (0,00-1,50)	0,38	1,50 <sup>†</sup> (0,03 – 2,97)	0,38	0,94 (0,02-1,85)	2,59	1,06 <sup>†</sup> (0,66–1,47)	8,62	1,15
50604: Bebedero	4,97	9,33 <sup>**†</sup> (4,26-14,40)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,98 <sup>†</sup>	1,16
21403: El Amparo	0,69	1,43 <sup>†</sup> (0,03-2,83)	0,00	0,00	0,18	1,15 <sup>†</sup> (0,00-3,40)	0,00	0,00	0,18	0,53 (0,00-1,58)	0,89	0,43 <sup>*</sup> (0,05-0,81)	7,81	0,90

**Continuación cuadro 6:** Síntesis de riesgos del análisis espacial en áreas con datos sobre la norma de arsénico en sistemas de agua para consumo

Código y nombre de distritos	Insuficiencia Renal Crónica 2003-2011		C. riñón 1997-2005		C. vejiga 1997-2005		C. hígado y vías biliares intrahepáticas 1997-2005		C. pulmón y bronquios 1997-2005		C. piel 1997-2005		Abortos 2009-2011	Nacidos muertos 2003-2011
	Morb brut <sup>a</sup>	IME e IC (0,53-4,78)	Morb bruta	IME e IC	Morb bruta	IME e IC	Morb bruta	IME e IC (0,00-2,11)	Morb bruta	IME e IC (0,00-1,32)	Morb bruta	IME e IC (0,78 – 2,07)	Porcentaje	
60704: Pavón	1,44	2,66 <sup>†</sup> (0,53-4,78)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,69	1,73
21009: La Palmera	0,37	0,73 (0,00 – 1,74)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,71 (0,00-2,11)	0,21	0,45 (0,00-1,32)	3,90	1,43 <sup>†</sup> (0,78 – 2,07)	9,65	0,72

(\*)Significativo estadísticamente

(\*\*) Significativo estadísticamente y alta precisión

(†) Por encima del promedio nacional

(<sup>a</sup>) Morbilidad bruta por cada mil personas

Fuente: Elaboración propia, con base en Registro Nacional de Tumores, proyecciones distritales de población del CCP, datos del LNA y Área de Estadística de la CCSS, 2013

En el cuadro anterior se puede observar, al distrito central de Cañas, Aguas Zarcas y central de La Cruz, con exceso de riesgo por encima del promedio nacional en cuatro de los ocho padecimientos estudiados. El distrito central de Cañas presentó un IME mayor a 1,00 de IRC, cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas y cáncer de pulmón y bronquios, también presentó un mayor porcentaje de abortos respecto del nacional. El distrito de Aguas Zarcas mostró riesgo de cáncer de riñón, cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas, cáncer de pulmón y bronquios y cáncer de piel. Finalmente en el distrito central de la Cruz se encontró riesgo de: IRC, cáncer de riñón, cáncer de pulmón y bronquios así como mayor porcentaje de abortos respecto del nacional (con el valor más elevado de las áreas analizadas).

Por su parte en el distrito central de Bagaces, Mayorga de Liberia y central de Los Chiles, se observó riesgo sobre el promedio nacional en tres padecimientos. El distrito central de Bagaces, presentó exceso de riesgo de: IRC, cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas y mayor porcentaje de abortos respecto al nacional. El distrito de Mayorga de Liberia, mostró riesgo de tener: IRC, cáncer de pulmón y bronquios, así como mayor porcentaje de abortos respecto al nacional. Por último, en el distrito central de Los Chiles se encontró riesgo de: IRC, cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas y cáncer de piel.

En El Amparo de Los Chiles, se encontró exceso de riesgo en dos padecimientos sobre el promedio nacional: IRC y cáncer de vejiga. En Bebedero de Cañas se observó exceso de riesgo de IRC, así como mayor porcentaje de abortos en relación al nacional.

Finalmente La Palmera de San Carlos y Pavón de Golfito, se presentaron excesos de riesgo en una enfermedad, cáncer de piel e IRC respectivamente.

A continuación se presenta una síntesis de la cantidad de datos absolutos de distritos según el valor del IME y zonas de exposición:

**Tabla 2:** Síntesis de la cantidad de datos absolutos de distritos (N=459) según el IME y zonas de exposición a arsénico en Costa Rica

Enfermedad	Excluidos n=161		No expuestos n=189		Baja exposición n=99		Mediana a alta exposición n= 10	
	IME>1,00	IME<1,00	IME>1,00	IME<1,00	IME>1,00	IME<1,00	IME>1,00	IME<1,00
IRC 2003-2011 CIE-10 N18	32 (5*, 27 <sup>b</sup> )	129 (67 <sup>b</sup> , 62 sin casos)	69 1 <sup>a</sup> (14*, 55 <sup>b</sup> )	119 (7*, 58 <sup>b</sup> , 54 sin casos)	37 (13*, 24 <sup>b</sup> )	62 (5*, 35 <sup>b</sup> , 22 sin casos)	8 (4*, 4 <sup>b</sup> )	2 <sup>b</sup>
C. riñón 1997-2005 CIE-10 C64	45 1 <sup>a</sup> (3*, 42 <sup>b</sup> )	115 (27 <sup>b</sup> , 88 sin casos)	56 (1*, 55 <sup>b</sup> )	133 (40 <sup>b</sup> ,93 sin casos)	28 1 <sup>a</sup> (1*, 27 <sup>b</sup> )	70 (27 <sup>b</sup> , 43 sin casos)	2 <sup>b</sup>	8 (3 <sup>b</sup> , 5 sin casos)
C. vejiga 1997-2005 CIE-10 C67	51 (7*,44 <sup>b</sup> )	110 (32 <sup>b</sup> , 78 sin casos)	67 <sup>b</sup>	122 (52 <sup>b</sup> , 70 sin casos)	31 1 <sup>a</sup> (2*, 29 <sup>b</sup> )	67 (30 <sup>b</sup> , 37 sin casos)	1‡	9 (5 <sup>b</sup> , 4 sin casos)
C. hígado y vías biliares intrahepáticas 1997-2005 CIE-10 C22	56 <sup>b</sup>	105 (37 <sup>b</sup> , 68 sin casos)	72 (2*, 70 <sup>b</sup> )	117 (59 <sup>b</sup> , 58 sin casos)	37 (1*, 36 <sup>b</sup> )	62 (35 <sup>b</sup> , 27 sin casos)	4 <sup>b</sup>	6 (2 <sup>b</sup> , 4 sin casos)
C. pulmón y bronquios 1997-2005 CIE-10 C34	47 (6*, 41 <sup>b</sup> )	114 (63 <sup>b</sup> ,51 sin casos)	58 (2*,56 <sup>b</sup> )	131 (87 <sup>b</sup> , 44 sin casos)	43 2 <sup>a</sup> (1*, 42 <sup>b</sup> )	54 (5*, 32 <sup>b</sup> , 17 sin casos)	4‡	6 (4 <sup>b</sup> , 2 sin casos)
C. Piel 1997-2005 CIE-10 C44	28 (12*, 16 <sup>b</sup> )	133 (53*,61 <sup>b</sup> , 19 sin casos)	35 (11*, 24 <sup>b</sup> )	154 (58*, 80 <sup>b</sup> , 16 sin casos)	19 (6*,13 <sup>b</sup> )	80 (38*, 34 <sup>b</sup> , 8 sin casos)	3‡	7 (4*, 3 sin casos)

(\*) Significativos estadísticamente

(<sup>a</sup>) IME=1

(<sup>b</sup>) No significativos estadísticamente

Fuente: Elaboración propia, con base en datos del LNA, proyecciones distritales del CCP, Registro Nacional de Tumores y Área de Estadística de la CCSS, 2013

La tabla anterior permite conocer el detalle de la cantidad de distritos en los cuales se encontró exceso de riesgo de enfermar ( $IME > 1,00$ ) por los padecimientos analizados y no están expuestos a arsénico sobre la norma. Además de las que han sido explicadas previamente. Asimismo, muestra información sobre la significancia o no de los valores encontrados.

A continuación se presentan los datos absolutos de distritos de acuerdo a los efectos reproductivos y según zona de exposición a arsénico:

**Tabla 3:** Síntesis datos absolutos de distritos (N=470) por efectos reproductivos y zonas de exposición a arsénico en Costa Rica

Efectos	Excluidos n=171		No expuestos n=189		Baja exposición n=100		Mediana a alta exposición n= 10	
	>%	<%	>%	<%	>%	<%	>%	<%
	nacional	nacional	nacional	nacional	nacional	nacional	nacional	nacional
Abortos 2009-2011 (10,09%)	87	84 (9 sin casos)	82	107 (1 sin casos)	52	48	5	5
Nacidos muertos 2003-2011 (1,88%)	77	94 (22 sin casos)	97	92 (8 sin casos)	39	61 (1 sin casos)	0	10

Fuente: Elaboración propia, con base en datos del LNA y Área de Estadística de la CCSS,

2013

La tabla anterior muestra la cantidad de distritos de acuerdo al porcentaje nacional y la categoría de exposición. No se observó distritos de mediana a alta exposición con porcentajes por encima nacional de nacidos muertos. En el caso de los abortos, en esa categoría la misma cantidad de distritos presentaron valores por encima e inferiores a lo ocurrido a nivel nacional.

#### 4.9.1. Insuficiencia Renal Crónica

En relación a la IRC en el análisis espacial (Ver Ilustración 1) se encontraron dos patrones espaciales definidos: en sectores de Guanacaste y al sur del país.

La IRC fue el padecimiento que se encontró en mayor cantidad de lugares (8 de 10) con presencia de arsénico sobre la norma con excesos de riesgo de enfermar del 2003 al 2011. En el distrito de Bebedero de Cañas en el período del 2003 al 2011 se presentó un exceso de riesgo significativo estadísticamente de 9,33 (IC 4,26-14,40) veces más en comparación con promedio del país, de igual forma pero con alta precisión se encontraron: el distrito central de Los Chiles 7,11 (IC 4,94-9,29), central de Bagaces 5,12 (IC 3,32-6,92) y central de Cañas 4,68 (3,39-5,96). Asimismo, con excesos de riesgo se observó a Pavón 2,66 (IC 0,53-4,78), La Cruz 2,21 (IC 0,84-3,58), Mayorga 1,31 (IC 0,00-3,87) y El Amparo 1,43 (IC 0,03-2,83). Por otra parte, los dos distritos en los cuales no se observó riesgo fueron: Aguas Zarcas ni La Palmera de San Carlos.

Del mismo modo, es importante mencionar que se encontraron 69 distritos en la categoría de no expuestos a arsénico, en los cuales se observó exceso de riesgo de enfermar por Insuficiencia Renal Crónica sobre el promedio nacional, con significancia estadística los siguientes catorce, se presentan según la provincia y código: De Guanacaste 50206: Nosara, 50205: Sámará, 60703: Guaycará, 50307: Diríá, 21303: San José (Pizote), 50303: Veintisiete de Abril, 51101: Hojancha y 50202: Mansión. De Puntarenas 60502: Palmar, de San José 11906: Platanares, de Alajuela 20301: Grecia, de Cartago 30501: Turrialba y de Limón el distrito central 70101: Limón.

Respecto a la serie temporal del distrito central de Los Chiles (Ver Gráfico 2) se presentó una tendencia temporal de incremento a lo largo del tiempo, es decir, una acumulación de casos y excesos de riesgo en comparación con lo que ocurrió en esa área en el primer trienio de 1991 a 1993. En el período del 2006 al 2009 se observó 3,48 (IC 1,72-5,25) veces más riesgo, del mismo modo se presentó el valor más elevado 3,89 (IC 2,09-5,69) al final de la serie del 2009 al 2011 ambos significativos estadísticamente y con alta precisión.

En la serie temporal de El Amparo en Los Chiles (Ver Gráfico 2), el mayor exceso de riesgo se presentó en el trienio de 1997 a 1999 con 5,62 (IC 1,73-9,52) respecto a lo que ocurrió en esa misma área en el primer trienio (1991-1993) con significancia estadística, ese IME fue el

valor más elevado de las áreas por IRC, la morbilidad bruta de ese trienio fue 1,48 por cada mil personas.

La tendencia nacional de riesgo por IRC (Ver Gráfico 6) a partir del primer trienio de 1991 a 1993 decreció. La morbilidad bruta más alta se presentó en ese período y fue de 0,33 por cada mil personas. En el resto de los trienios el IME se mantuvo por debajo de 1,00 por lo cual no se observaron excesos de riesgo, con significancia estadística y alta precisión.

Lo anterior llama la atención al observar los comportamientos de las áreas con presencia de arsénico sobre la norma, en donde las tendencias de excesos de riesgo y morbilidad bruta especialmente del distrito central de Los Chiles difiere de lo que ocurrió a nivel nacional, asimismo se observó en Bebedero de Cañas y el distrito central de Cañas durante los últimos trienios. En los demás distritos estudiados no se identificaron tendencias definidas.

En la clasificación por zonas de exposición a arsénico, (Ver Gráfico 7) se observó del 2003 al 2011 un incremento en la morbilidad bruta y el riesgo estandarizado según aumenta la exposición, una asociación estadísticamente significativa y precisa de las áreas clasificadas con baja exposición 1,16 (IC 1,08-1,24), así como en las de mediana a alta 3,59 (IC 3,04-4,13) respecto a lo ocurrido a nivel nacional.

#### **4.9.2. Cáncer de riñón**

Se observaron del análisis espacial dos áreas con presencia de arsénico sobre la norma de 1997 al 2005 con exceso de riesgo de cáncer de riñón sobre el promedio nacional: el distrito central de La Cruz 2,51 (IC 0,05–4,97) y Aguas Zarcas 1,12 (IC 0,00–2,38). En los otros ocho distritos analizados (Bagaces, Cañas, Bebedero, Los Chiles, El Amparo, Pavón, Mayorga y La Palmera) el IME se mantuvo por debajo del promedio nacional.

Se identificaron 56 distritos no expuestos a arsénico, en los cuales el IME por esta enfermedad fue mayor al promedio nacional, solamente uno significativo estadísticamente, en Cartago 30301: Tres Ríos.

Respecto a la serie temporal a nivel nacional de cáncer de riñón (Ver Gráfico 11) se encontró de 1994 al 2003, al estandarizar por edad una tendencia de aumento con excesos de riesgo

en comparación con lo que ocurrió a nivel nacional de 1982 a 1984, con significancia estadística y alta precisión.

En relación a la clasificación por zonas de exposición de 1997 al 2005 la zona de no expuestos, se protege 0,82 (IC 0,72-0,92) respecto al promedio nacional, con significancia estadística y alta precisión.

#### **4.9.3. Cáncer de vejiga**

Se observó el área de El Amparo de Los Chiles con riesgo de 1997 al 2005 de cáncer de vejiga 1,15 (IC 0,00-3,40) sobre el promedio nacional. En los otros nueve distritos con presencia de arsénico sobre la norma no se observó exceso de riesgo (Los Chiles, La Cruz, Bagaces, Cañas, Bebedero, Mayorga, Aguas Zarcas, La Palmera y Pavón).

Por otro lado, se encontraron 67 distritos clasificados como no expuestos a arsénico en los cuales el IME fue mayor al nacional, sin embargo en ninguno de ellos se encontró significancia estadística.

En la clasificación por zonas de exposición, los distritos no expuestos así como los de mediana a alta exposición se protegen de padecer esa enfermedad, respecto al promedio nacional con significancia estadística y solamente con alta precisión los no expuestos.

#### **4.9.4. Cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas**

En relación a los tipos de cáncer analizados, se identificó del análisis espacial, el de hígado y vías biliares intrahepáticas así como el de pulmón y bronquios, como las enfermedades que presentaron la mayor cantidad de distritos contaminados con exceso de riesgo sobre el promedio nacional, cuatro de las diez áreas.

Se encontró riesgo de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas de 1997 al 2005 en el distrito central de Cañas 1,28 (IC 0,39 – 2,17), Aguas Zarcas 1,03 (IC 0,02 -2,03), central de Bagaces 1,17 (IC 0,02–2,32) y central de Los Chiles 1,50 (IC 0,03 – 2,97). Las otras seis



áreas presentaron valores menores a 1,00 (La Palmera, Mayorga, El Amparo, Pavón, Bebedero de Cañas y La Cruz).

Por otra parte, también se observaron 72 áreas no expuestas a arsénico, con el IME por encima del nacional, solamente dos de ellas muestran significancia estadística, se presenta la provincia y código de distrito: en San José 11901: San Isidro de El General y 11801: Curridabat.

Respecto a la serie temporal a nivel nacional, (Ver Gráfico 21) se encontró al estandarizar por edad un exceso de riesgo a partir del trienio de 1994 a 1996 hasta el final de la serie (año 2005), en comparación con lo que ocurrió a nivel nacional del 1982 a 1984, con significancia estadística y alta precisión.

#### **4.9.5. Cáncer de pulmón y bronquios**

Se observó en el análisis espacial de 1997 al 2005 exceso de riesgo en los siguientes distritos con presencia de arsénico por encima de la norma: el central de Cañas 1,29 (IC 0,59–1,99), Aguas Zarcas 1,12 (IC 0,29 – 1,95), central de La Cruz 1,29 (IC 0,16– 2,42) y Mayorga de Liberia 2,94 (IC 0,00 – 7,02). En los otros seis distritos (central de Bagaces, central de Los Chiles, El Amparo de los Chiles, La Palmera de San Carlos, Bebedero de Cañas y Pavón de Golfito) el riesgo se encontró por debajo del promedio nacional.

Por otra parte, se encontraron 58 distritos no expuestos a arsénico, con riesgo sobre el promedio nacional, de ellos solamente dos muestran significancia estadística, se presenta la provincia y el código: en Cartago 30301: Tres Ríos y en Limón el distrito central 70101: Limón.

En relación a la clasificación por zonas de exposición (Ver Gráfico 28) se observó que los sectores clasificados como no expuestos se protegen en comparación al promedio nacional, con significancia estadística y alta precisión.

#### 4.9.6. Cáncer de piel

Se presentaron excesos de riesgo por encima del promedio nacional de cáncer de piel en tres de los diez lugares con presencia de arsénico sobre la norma: Aguas Zarcas 1,17 (IC 0,82 –1,51), La Palmera 1,43 (IC 0,78 – 2,07) y central de Los Chiles 1,06 (IC 0,66–1,47). En los otros siete distritos (La Cruz, Mayorga, El Amparo, Bagaces, Cañas, Bebedero y Pavón) el IME se encontró por debajo de 1,00.

Por otra parte, se encontraron, 35 áreas no expuestas a arsénico con exceso de riesgo, de ellas las siguientes 11 con significancia estadística, se presenta la provincia y el código del distrito: en San José 11601: San Pablo, 12001: San Pablo, 11901: San Isidro de El General, 11908: Cajón, en Puntarenas 60401: Miramar, 60804: Limoncito, en Cartago 30301: Tres Ríos, en Alajuela 20701: Palmares, 21006: Pital, 21002: Florencia y en Heredia 40801: San Joaquín.

En relación al análisis de las series temporales, en Aguas Zarcas (Ver Gráfico 29), se observó una tendencia de aumento y se encontró en el último trienio (2003 al 2005) una acumulación de casos hasta alcanzar la mayor morbilidad bruta del distrito 1,52 por cada mil personas. Al estandarizar por edad el riesgo fue 2,96 (IC 1,80-4,12) veces más en comparación con lo que ocurrió en esa área en el trienio de 1985 a 1987 con significancia estadística y alta precisión. En relación a la serie temporal de La Palmera de San Carlos, se observó un aumento en los últimos dos trienios, la morbilidad bruta más alta por cáncer de piel se presentó del 2000 al 2002 con 1,82 por cada mil personas al estandarizar por edad el exceso de riesgo fue 3,21 (IC 1,11-5,31) veces más en comparación con lo que ocurrió durante el período de 1988 a 1990, con significancia estadística.

Asimismo, al final de la serie temporal de Los Chiles del 2003 al 2005 (Ver Gráfico 30 ) se presentó una acumulación de casos con la morbilidad bruta más alta de esa área, 1,74 por cada mil personas, al estandarizar por edad el riesgo fue 7,43 (IC 4,09-10,76) veces más en comparación con lo que ocurrió en ese lugar durante el trienio de 1982 a 1984 con significancia estadística y alta precisión.

En la serie temporal del distrito central de Bagaces se observó una tendencia de aumento en tres períodos (que incluyen los años de 1997 al 2005) en la incidencia de casos de cáncer de piel, hasta el último trienio (2003 2005) en el cual se observó una morbilidad bruta de 0,60 por cada mil personas y un riesgo de 3,45 (IC 0,69-6,20) respecto a lo que ocurrió en esa

misma área de 1982 a 1984 (Ver Gráfico 31). De la misma forma se identificó en la serie temporal del distrito central de Cañas, donde se observó un aumento en el riesgo de cáncer de piel del 2003 al 2005, la morbilidad bruta fue 0,56 por cada mil personas, al estandarizar por edad el riesgo fue 2,11(IC 0,86-3,36) veces más en comparación con el período de 1982 a 1984 en esa misma área.

Finalmente, la serie temporal a nivel nacional de cáncer de piel (Ver Gráfico 32) muestra en los últimos tres trienios es decir, a partir de 1997 a 1999 y hasta finalizar la serie del 2003 al 2005 un aumento en la incidencia. En esos períodos se presentaron excesos de riesgo en comparación con lo que ocurrió a nivel nacional en el primer trienio de 1982 a 1984. Al final de la serie se presentó la mayor morbilidad bruta 1,20 por cada mil personas y el IME fue 1,16 (IC 1,13-1,19), todos esos datos con significancia estadística y alta precisión.

La clasificación por zonas de exposición de 1997 al 2005 (Ver Gráfico 33) muestra en las zonas de no expuesto, baja y mediana a alta exposición protección del riesgo de cáncer de piel respecto al promedio nacional con 0,70 (IC 0,67-0,72), 0,75 (IC 0,72-0,78) y 0,60 (0,50-0,70) respectivamente, los datos son significativos estadísticamente y precisos. Las morbilidades brutas fueron 2,15; 2,41 y 1,67 por cada mil personas respectivamente.

#### **4.9.7. Efectos reproductivos**

En el análisis espacial se encontró que el porcentaje nacional de abortos ocurridos en relación al total de embarazos durante el período del 2009 al 2011 fue 10,09 %. Se observaron las siguientes cinco áreas con presencia de arsénico con mayores porcentajes de abortos respecto a ése valor: el distrito central de Bebedero de Cañas 10,98%, el central de Cañas 12,92%, central de Bagaces 11,87%, La Cruz 13,12% y Mayorga de Liberia 10,53%. Las siguientes 5 áreas se mantuvieron por debajo del valor nacional: Los Chiles, El Amparo de los Chiles, Pavón, Aguas Zarcas y La Palmera.

Por otra parte, se encontraron 97 áreas no expuestas cuyo porcentaje fue mayor al nacional (Ver anexo 4, Cuadro 37).

Del análisis temporal se destaca el distrito central de La Cruz en el cual durante los últimos 3 años de la serie temporal (2009 al 2011) se presentaron porcentajes mayores al nacional. De igual forma ocurrió en el central de Bagaces y Mayorga de Liberia en los cuales se

incrementó durante el último año (Ver Gráfico 36 y Gráfico 38). Asimismo, la tendencia de los porcentajes de abortos de los últimos seis años (2006 al 2011) en el distrito central de Cañas, fue mayor a la tendencia nacional (Ver Gráfico 37).

La clasificación por zonas de exposición a arsénico de abortos, mostró que el porcentaje de frecuencias brutas se incrementó levemente según aumenta la categoría de exposición (Ver Gráfico 39).

Respecto a los nacidos muertos, del análisis espacial, no se observó ningún distrito con presencia de arsénico sobre la norma, con porcentajes mayores al nacional y en relación a la clasificación por zonas de exposición el porcentaje más bajo ocurrió en la categoría de mediana a alta exposición.

#### **4.10. Prevalencia de factores de riesgo, enfermedades y síntomas en la comunidad conocida como Barrio Hotel Cañas y San Miguel en Cañas, Guanacaste**

Esta sección brinda información general sobre la población que se entrevistó, la prevalencia de posibles factores de riesgo, síntomas y enfermedades que reportaron tener.

A continuación se presentan los resultados correspondientes al análisis del riesgo de enfermar en la comunidad conocida como Barrio Hotel de Cañas en comparación con San Miguel en Cañas, Guanacaste. Los cuales se muestran divididos en cuatro sub partes, la primera incluye una descripción sobre la prevalencia de factores de riesgo así como de enfermedades y síntomas en la población total estudiada. La segunda corresponde al análisis simple del riesgo, en el cual se calcularon indicadores de riesgo para las enfermedades y síntomas que reportó padecer el 5% ó más de la población total. La tercera parte corresponde al análisis estratificado en el cual se calculó la probabilidad de enfermar tomando en consideración posibles factores confusores. Finalmente se realizó un análisis multivariado, en el cual por cada variable dependiente (enfermedad y síntoma) se incluyeron variables independientes que podrían interactuar en el proceso de enfermar.

Se aplicaron un total de 208 cuestionarios epidemiológicos, uno por cada vivienda, a un informante mayor de edad residente en la misma. Se preguntó información sobre todas personas que habitaban en la casa y se abarcó un total de 773 personas. Los cuestionarios se efectuaron durante las semanas del 23 al 27 de julio y del 20 al 24 de agosto del 2012, se

hicieron dos barridos por toda el área de las comunidades de Barrio Hotel de Cañas y San Miguel de Cañas con la finalidad de abarcar la mayor cantidad de viviendas.

En Barrio Hotel de Cañas estaban habitadas 58 casas, se aplicó el cuestionario en habitantes de 50 casas abarcando el 86,21% de ese lugar. En San Miguel se contabilizaron 218 viviendas habitadas y se logró aplicar a informantes de 158 viviendas, abarcando un 72,48% de esa comunidad.

Para referirse a los lugares analizados, se mencionarán como Comunidad Expuesta (CE) y Comunidad No Expuesta (CNE).

Respecto a las condiciones de la comunidad expuesta, es importante mencionar que desde 1983 se habilitó el funcionamiento del acueducto, el cual estaba inicialmente constituido por un solo pozo, sin embargo este debió ser sustituido por problemas técnicos de saturación por otro. Los datos que se conocen corresponden a los niveles de contaminación del último de ellos que se construyó y oscilan entre 76 µg/L y 144 µ/L de arsénico, de acuerdo a los análisis del LNA del 2009 al 2011. No obstante, se considera que previo a esa fecha las personas de esa zona también pudieron haber estado expuestas, porque se conocen datos de concentraciones de arsénico similares sobre la norma en pozos artesanales de esa área. Al momento que se efectuó la investigación, no fue posible conocer el año oficial en cual se habilitó el pozo con datos de contaminación.

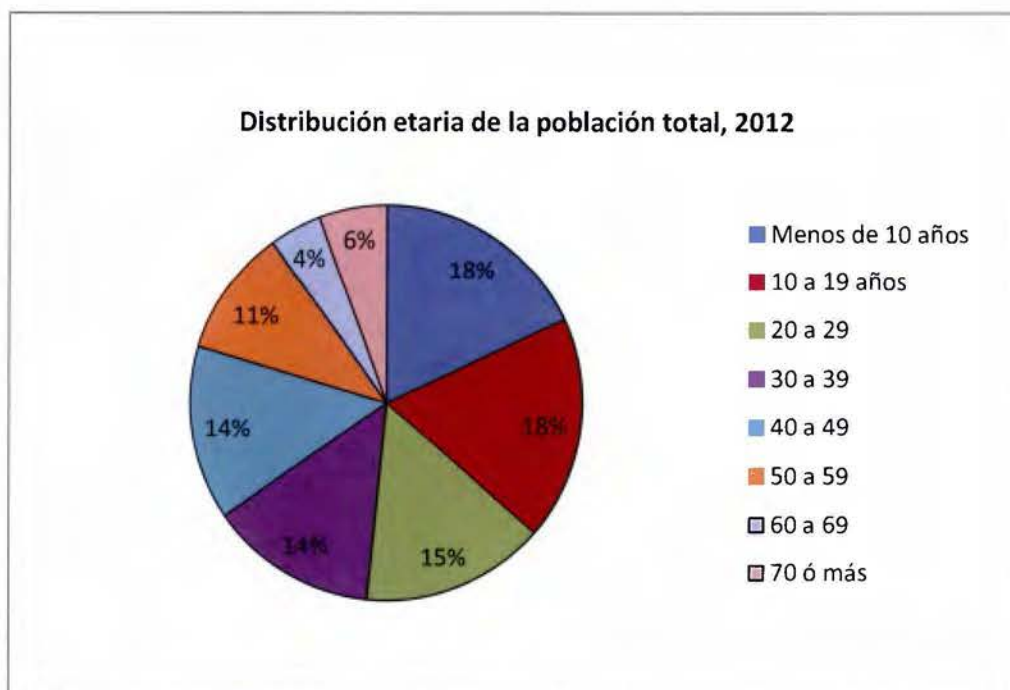
Por lo anterior, para el presente trabajo se considera el tiempo de exposición de las personas, como el tiempo que tienen de consumir agua de pozos artesanales de la comunidad de Barrio Hotel de Cañas, del acueducto de esa comunidad y/o de otros lugares de donde se tenían datos de contaminación.

Respecto a la población estudiada el 69,5 % es decir, 537 personas corresponden a la CNE y el 30,5 % equivalente a 236 personas fueron de la CE a arsénico. La distribución de frecuencia por sexo de la población total fue equitativa el 49,9% fueron mujeres y el 50,1 % hombres. Los cuadros de frecuencia de esta parte descriptiva se incluyeron en el anexo 5 (Ver Tabla 7 y Tabla 8).

La tendencia según el sexo por comunidades del mismo modo fue similar, específicamente en la CE predominaron un poco más los varones (52,8%), mientras que en la CNE fueron las mujeres 51,0% (Ver anexo 5, Tabla 9).

A continuación se muestra la distribución etaria de la población:

**Gráfico 46:** Distribución etaria de la población total, 2012



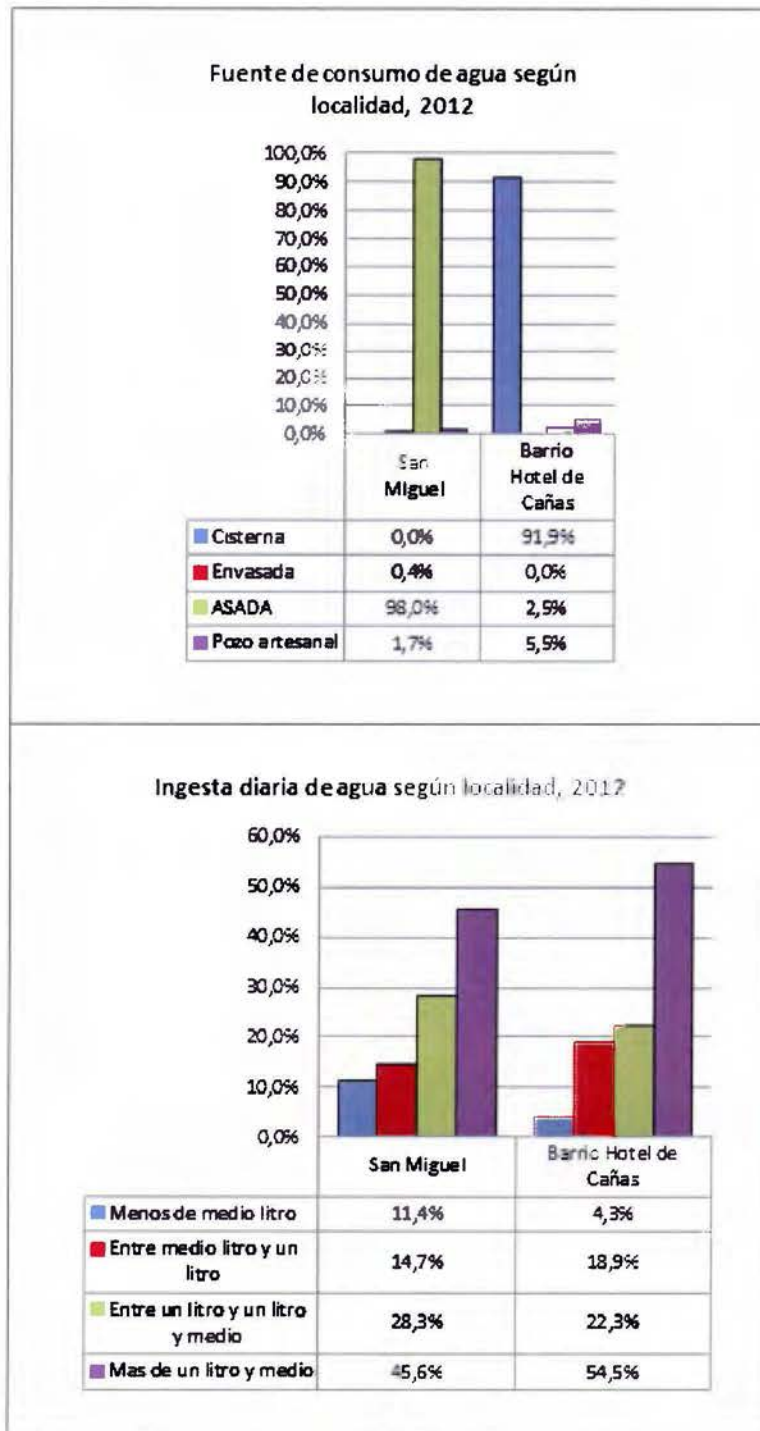
Fuente: Elaboración propia, 2013

En el gráfico anterior se aprecia que la mayor parte de la población total estudiada era joven, predominando los grupos etarios de menor edad.

Específicamente el porcentaje más alto de la CE fue menor de 10 años y en la CNE el mayor porcentaje de la población fue de 10 a 19 años (Ver anexo 5, Tabla 10).

A continuación se presentan los resultados sobre la fuente de agua para consumo humano utilizada al momento en que se realizó la investigación y la ingesta diaria del líquido.

**Gráfico 47:** Fuentes de consumo de agua e ingesta diaria según localidad, 2012



Fuente: Elaboración propia, 2013

En el gráfico anterior se observa respecto a la fuente de abastecimiento de agua, que la mayoría de la CNE consume del servicio brindado por la ASADA, mientras que en la CE la

mayor parte se abastecía del líquido distribuido por cisterna. Cabe destacar que al momento que se realizó la investigación se considera que un 8% de la población de la CE continuaba consumiendo agua con concentraciones de arsénico, por abastecerse tanto del acueducto de la ASADA como de los pozos artesanales (Ver anexo 5, Tabla 11).

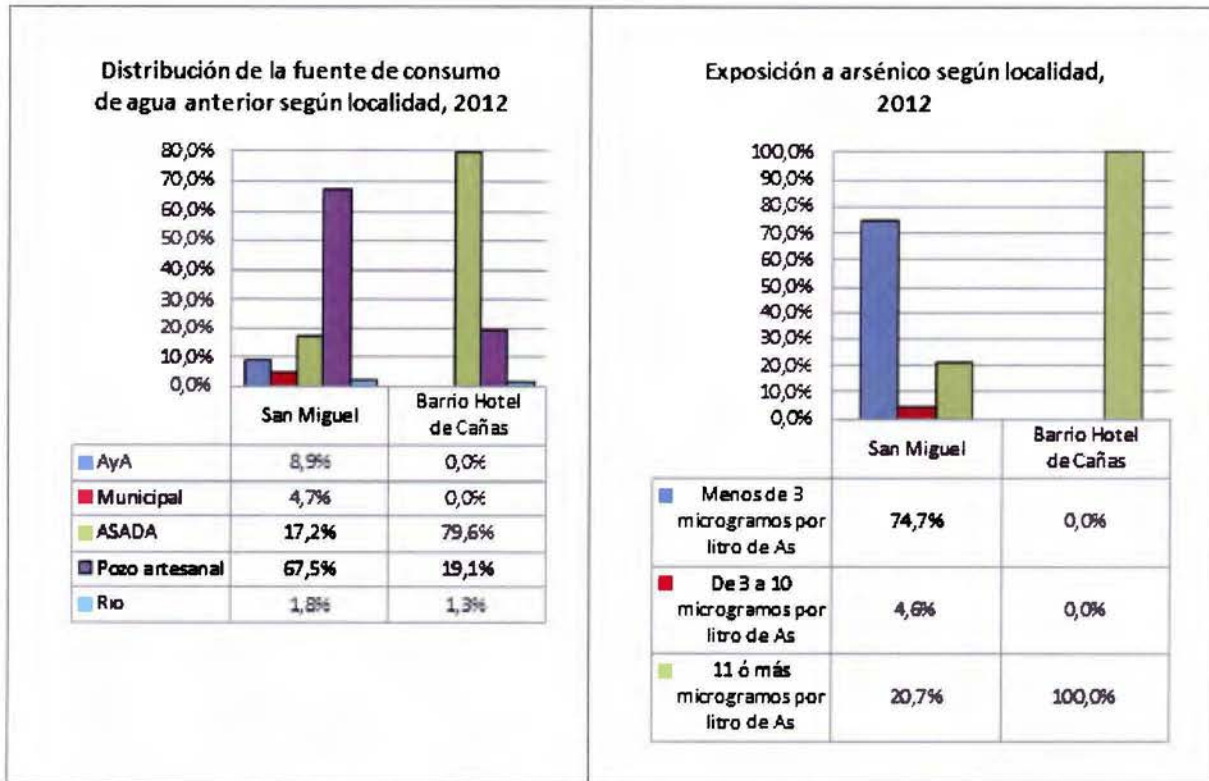
En ambas comunidades la ingesta diaria de agua fue de más de un litro y medio, se observó que en la CE mayor porcentaje consume esa cantidad (Ver anexo 5, Tabla 12). Es importante mencionar que en términos generales, de la aplicación del cuestionario se conoció que por las condiciones ambientales de las áreas estudiadas y principalmente por las actividades ocupacionales agrícolas las cuales son predominantes, el consumo del líquido es más elevado, respecto a los parámetros por los cuales se consultó.

Se preguntó si se había detenido el consumo de las fuentes de abastecimiento mencionadas anteriormente, el 32,5% de la CE mencionó que sí, mientras que en la CNE mencionaron haber detenido el consumo de la fuente utilizada un 14,7% (Ver anexo 5, Tabla 13).

En los siguientes gráficos se presentan los datos de la fuente de abastecimiento de agua utilizadas anteriormente así como la exposición a arsénico a través de ésta.



**Gráfico 48:** Fuente de consumo de agua utilizada anteriormente y exposición a arsénico a través de esta según localidad, 2012



Fuente: Elaboración propia, 2013

Como se observa en el gráfico anterior la población de la CNE ha consumido agua proveniente de diversas fuentes, principalmente de pozo. En la CE el mayor porcentaje consumía anteriormente del líquido del acueducto de la ASADA.

En relación a la exposición a arsénico, en el cuadro anterior se observa que la totalidad de la CE lo estuvo a concentraciones sobre la norma (los datos que se tenían del 2009 al 2011 oscilan entre 76  $\mu\text{g/L}$  y 144  $\mu\text{g/L}$ ) mientras que en la CNE el 20,7% reportó haber consumido agua en lugares de donde se tienen datos de concentraciones de 11  $\mu\text{g/L}$  ó más (Ver anexo 5, Tabla 14 y Tabla 15 ).

La media del tiempo de exposición por el consumo de agua de la CE (en el cual se consideró tanto el tiempo de consumo del servicio brindado por la ASADA, como de los pozos artesanales y el tiempo de consumo en otros lugares con reportes de contaminación) fue 14,88 años (DE= 10,50). En el caso de la CNE las personas reportaron haber consumido anteriormente agua en lugares de los cuales se tienen datos de contaminación sobre la

norma, la media del tiempo de exposición en los habitantes de ese lugar fue mucho menor 3,57 años (DE=89,24) (Ver anexo 5, Tabla 16 y Tabla 17).

Se preguntó sobre algunos posibles factores de riesgo en el proceso de enfermar relacionados a la exposición a arsénico en el agua de consumo. De acuerdo a la ocupación, en la CE lo predominante fueron las personas dedicadas a los oficios domiciliarios 26,1%, estudiante 22,8% y peón 15,9%. En la CNE se observó mayor porcentaje de personas dedicadas a los oficios domiciliarios 26%, estudiante 24,4% y obrero 7,3% (Ver anexo 5, Tabla 18).

Respecto a la escolaridad tanto en la CE como de la CNE el porcentaje de primaria incompleta fue el más alto 38,85% y 30,3% respectivamente (Ver anexo 5, Tabla 19).

En relación al hábito del fumado un mayor porcentaje en la CE reportó ser fumadora 8,2% con una media de tiempo de 1,38 años (DE= 6,64) y más cantidad de paquetes semanales, mientras que en la CNE el porcentaje de fumadores fue 5,3% con una media de 0,64 años (DE=4,51) (Ver anexo 5, Tabla 20 a Tabla 24).

Se observó mayor prevalencia en la CE de consumo de bebidas alcohólicas así como de exposición a agroquímicos 15,6% y 28,75% respectivamente, en comparación con la CNE 12,1% y 22,3% respectivamente (Ver anexo 5, Tabla 25 y Tabla 26).

Se preguntaron sobre otros factores como el tiempo de vivir en la casa<sup>1</sup> y horas que pasa fuera de ella, para conocer el detalle de estos ver anexo 5, Tabla 27 a Tabla 29).

En relación a la morbilidad, se encontró mayor prevalencia en la CE de: enfermedades del hígado (2,2%), enfermedades de los riñones (9,1%), insuficiencia renal (3,4%), diabetes (7,7%), cáncer de piel (0,4%), desórdenes de aprendizaje (3,5%), bronquitis crónica (1,3%) y asma (10,6%) (Ver anexo 5, Tabla 30 a Tabla 37).

En las siguientes enfermedades se presentó mayor porcentaje de población afectada en la CNE: Parkinson (0,2%), Esclerosis Múltiple (0,4%), cirugía de bypass (0,4%), enfermedades del corazón (3%), ataque al corazón (0,7%), presión alta (13,8%), derrame (0,6%), problemas circulatorios (4%) y otros tipos de cáncer (0,9%). Se presentó igual porcentaje en la comunidad expuesta que en la no expuesta de Angina (0,4%). Finalmente, no se reportó

---

<sup>1</sup> En el cuestionario del anexo 2, se incluyó solamente el tiempo de vivir en la localidad

en ninguna de las dos comunidades casos de Aneurisma, cáncer de vejiga, pulmón, hígado, riñón, Leucemia ni Cirrosis (Ver anexo 5, Tabla 38 a Tabla 54).

Se preguntó también por síntomas, de los cuales se reportó mayor prevalencia en la CE de: anemia (7,3%), engrosamiento o protuberancias en las manos o pies (queratosis) (2,6%), manchas blancas en la piel (hipopigmentación) (15,5%), falta de concentración (7,7%) y disminución de la visión (25,1%) (Ver anexo 5, Tabla 55 a Tabla 59).

Se encontró mayor prevalencia en la CNE de los siguientes síntomas: manchas difusas café oscuras u oscurecimiento difuso de la piel en las extremidades y el tronco (hiperpigmentación) (6,2%), dolor crónico abdominal (5,6%), pérdida de la memoria inmediata (5,9%), caída inexplicable del cabello (10,3%), heces con sangre (1,5%), vómito con sangre (0,6%), desorden del sueño (12%), depresión (6,9%). Se encontró igual porcentaje en la CE que en la CNE de tos crónica (3,4%) (Ver anexo 5, Tabla 60 a Tabla 68).

Se preguntó sobre síntomas relacionados a efectos neurosensoriales, hubo mayor prevalencia en la CE de: deterioro del sentido de la escucha (7,7%) y dolor de cabeza (22,5%). Se encontró mayor prevalencia en la CNE de los siguientes síntomas de ese tipo: deterioro del olfato (0,6%) y entumecimiento (8,2%) (Ver anexo 5, Tabla 69 a Tabla 72).

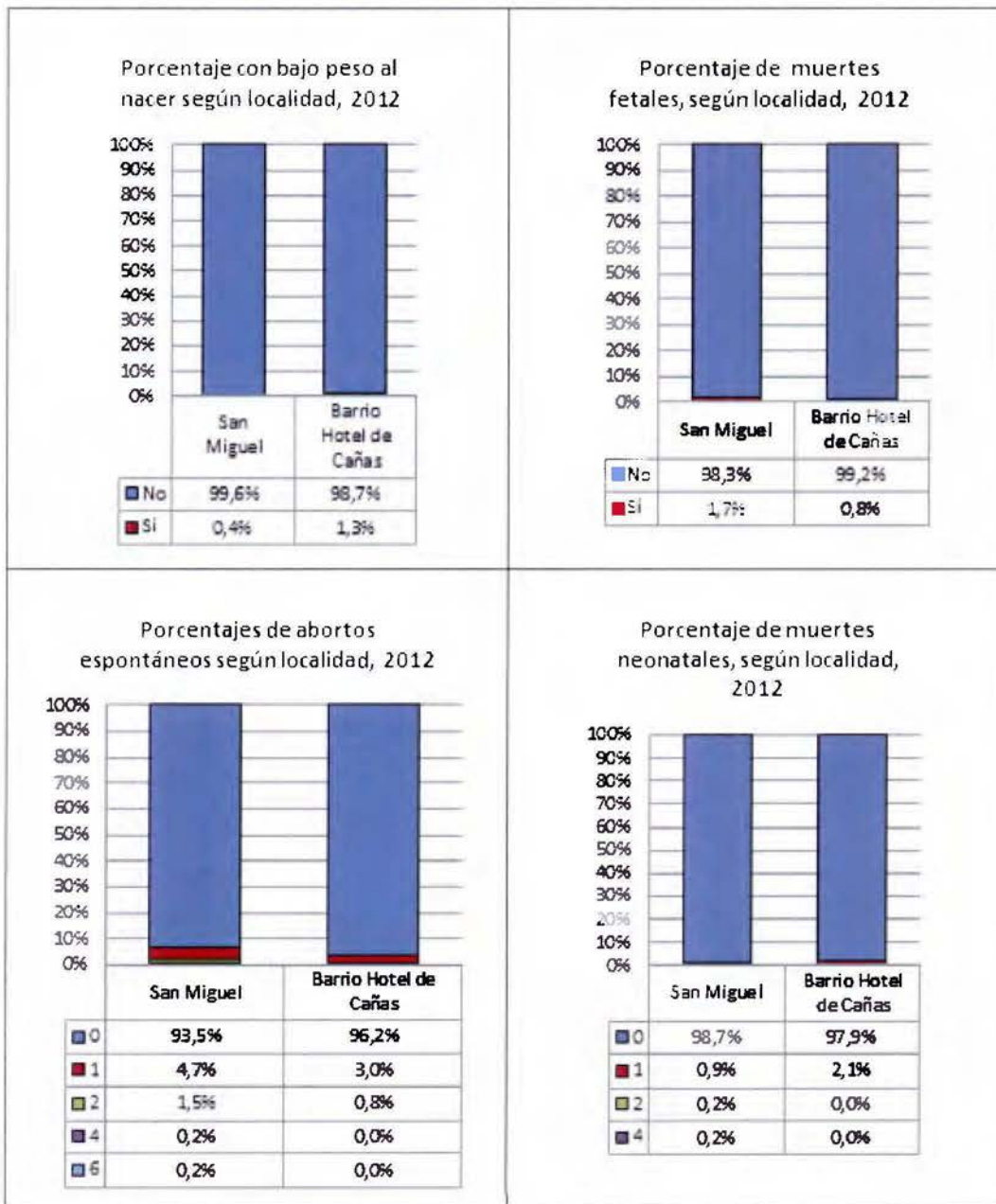
Se consultaron sobre síntomas asociados a la IRC. Al sumar los porcentajes de cada categoría consultada (un poco, regular, mucho y muchísimo) de la población que los reportó; los síntomas de mayor prevalencia en la CE fueron: limitada actividad física (12,8%), dolor de huesos (17,9%), pies inflamados (7,3%), hinchazón alrededor de la cara (3%), moretes con facilidad en la piel (5,5%), necesidad de orinar por la noche (34,6%), picazón en la piel (14,5%), calambres musculares (12,6%), hormigueo en el pie y dedos (13,7%) e Irritable (14,5%).

En los siguientes síntomas se encontró mayor prevalencia en la CNE: Cansancio (10,7%), necesidad de descansar frecuentemente (12,5%), no descansa bien (9,6%), duerme durante el día (32,2%), necesidad de dormir más (12,6%), dificultad para dormir (11,8%), dificultad para respirar (6%), pérdida del apetito (6,2%), pérdida del gusto por la comida (3,9%), siente más frío que los otros (8,4%), molestias en el estómago (14,9%), dolores de piernas/cansadas (15,8%), piel seca (11,8%), cambios en el color de la piel (2,1%), dolor de articulaciones (12,3%), mal sabor en la boca (4,5%), estreñimiento (12,9%) y diarrea (2,8%) (Ver anexo 5, Tabla 73 a Tabla 76 ).

Luego de sintetizar los síntomas antes mencionados, sumando los valores asignados de las categorías reportadas (1: un poco, 2: regular, 3: mucho y 4: muchísimo) y considerar a los que tenían por encima de la media del valor máximo encontrado, como un modelo ideal positivo de síntomas de IRC, se observó el mayor porcentaje en la CNE 2,6% mientras que en la CE se encontró un 1,7% con esa categoría (Ver anexo 5, Tabla 77 ).

A continuación se presentan los gráficos sobre los efectos reproductivos:

**Gráfico 49:** Efectos reproductivos según localidad, 2012

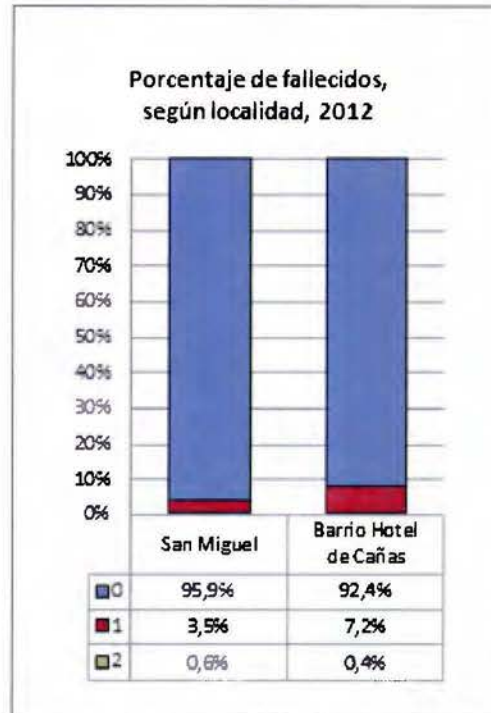


Fuente: Elaboración propia, 2013

En relación a los efectos reproductivos, el gráfico anterior muestra mayor porcentaje de nacidos con bajo peso y muertes neonatales en la CE. Se preguntó además sobre abortos espontáneos y muertes fetales en los cuales se encontró mayor porcentaje en la CNE (Ver anexo 5, Tabla 78 a Tabla 81).

A continuación se muestra el porcentaje de fallecidos según localidad:

**Gráfico 50:** Cantidad de fallecidos según localidad, 2012



Fuente: Elaboración propia, 2013

En el gráfico anterior se observa que en la CE hubo mayor porcentaje de un fallecido con respecto a la CNE (Ver anexo 5, Tabla 82).

Se preguntó sobre antecedentes familiares de gota, amputación de miembros, cáncer, diabetes, cardiopatías, hipertensión, artritis, enfermedades de la piel, alergias y otros antecedentes, de donde se tomó los de enfermedades de los riñones y depresión (Ver anexo 5, Tabla 83 a Tabla 94).

#### **4.11. Análisis simple del riesgo y exposición a arsénico por el consumo de agua**

En esta sección se realizó un primer acercamiento al riesgo en la comunidad expuesta respecto a la que se considera no expuesta, el cual permite conocer la probabilidad general de enfermar, sin tomar en consideración terceros factores que podría interactuar, los cuales se abarcaron posteriormente a través del análisis estratificado.

Se analizaron los padecimientos que reportó tener un 5 % ó más de la población total que se abordó. Se incluyó la Insuficiencia Renal por la prevalencia que se observó a nivel nacional de los resultados del primer objetivo específico, a pesar de que un 2,4% de la población total estudiada reportó tenerla. Del mismo modo se incluyó la queratosis por ser un síntoma característico de la afectación por arsénico, a pesar que lo reportó un 1,6% del total de la población abordada.

La información se presenta en cuadros, en donde la primera columna se encuentra las enfermedades y síntomas. En la segunda el valor de Odds ratio (OR) o razón de productos cruzados que es un indicador de magnitud del riesgo. En la tercera se presenta el intervalo de confianza (IC), calculado al 95% de confianza, lo cual indica la precisión del indicador de riesgo, se interpreta que el 95% de confianza el parámetro verdadero del estimador de riesgo se encontrará entre el límite inferior y superior (Hernández, 2009). Se interpreta de manera que si la diferencia entre el límite superior e inferior es menor a la OR, tiene alta precisión y si no es baja. Si el IC incluye el valor de 1,00 la OR no es significativa estadísticamente.

En la cuarta columna se presenta el valor de p como evidencia de la significancia estadística, se considera significativo estadísticamente, cuando es menor a 0,05 y se acepta la hipótesis de asociación estadística. El valor de p se define como la probabilidad de obtener un valor tan extremo o más como el observado (Hernández, 2009). En los resultados se indicó cuando éstos tienen alta precisión y son significativos estadísticamente, cuando no se menciona es porque no tienen esas características.

En la quinta columna se presenta la proporción atribuible expuesta (Pae) o fracción etiológica en expuestos, el cual es un indicador de efecto del riesgo, se interpreta como el porcentaje de enfermos asociados a las condiciones que están expuestos. En la última columna se muestran los casos atribuidos, los cuales son un indicador de impacto; quiere decir la cantidad de enfermos que se atribuyen a la exposición y que se podrían evitar si las

condiciones cambian. Esos dos últimos indicadores se calcularon solo para las enfermedades o síntomas en los que se encontró la OR mayor a 1,5.

#### 4.11.1. Riesgo de presentar enfermedades asociadas a la exposición de arsénico

A continuación se presentan las enfermedades que reportaron tener el 5% ó más de la población total estudiada:

**Cuadro 7:** Exposición a arsénico en el agua y enfermedades asociadas

Enfermedad	OR	Intervalo de confianza	Valor de p	Proporción atribuible expuesta	Casos atribuidos
Enfermedades de los riñones	2,16*	1,17 - 3,99	0,012	53,78%	11
Insuficiencia Renal	1,83	0,71 - 4,69	0,204	45,28%	4
Diabetes	1,46	0,79- 2,70	0,221	31,71%	6
Asma	1,11	0,66 - 1,88	0,691		
Presión alta	0,84	0,52 - 1,35	0,469		

(\*) Significativo estadísticamente

Fuente: Elaboración propia, 2013

Respecto a las enfermedades de los riñones se encontró un exceso de riesgo de más del doble en la CE en relación a la CNE, con significancia estadística. La proporción atribuible expuesta o fracción etiológica en expuestos quiere decir, que más de la mitad de los casos de enfermos se relacionan a las condiciones a las que están expuestos y se atribuyen aproximadamente 11 casos de enfermos a la exposición.

Se encontró un exceso de riesgo de Insuficiencia Renal en la CE respecto a la CNE. Se relacionan a las condiciones de exposición menos de la mitad del porcentaje de enfermos y se atribuyen aproximadamente 4 casos a la exposición. Del mismo modo, se observó exceso de riesgo de enfermar de diabetes en la CE. Un 31,71% de los casos se relacionan a la exposición y a ésta condición se atribuyen aproximadamente 6 enfermos. Finalmente se observó exceso de riesgo en la CE con un valor muy cercano a 1,00 el asma. Se encontró protección en ese lugar del riesgo de padecer presión alta, todos en comparación con la CNE.

#### 4.11.2. Riesgo de presentar síntomas asociados a la exposición de arsénico

A continuación se presentan los síntomas que reportó tener el 5 % ó más de la población total estudiada:

**Cuadro 8:** Exposición a arsénico en el agua y síntomas asociados

Síntoma	OR	Intervalo de confianza	Valor de p	Proporción atribuible expuesta	Casos atribuidos
Hiperpigmentación	0,40*	0,16- 0,96	0,035		
Hipopigmentación	1,48	0,94 - 2,33	0,088	32,56%	11
Queratosis	2,23	0,71- 6,99	0,158	55,19%	3
Falta de concentración	1,02	0,57- 1,82	0,940		
Disminución de la visión	1,24	0,87- 1,79	0,235		
Caída inexplicable del cabello	0,72	0,42-1,26	0,255		
Desórdenes de sueño	0,92	0,56-1,49	0,720		
Depresión	0,73	0,37- 1,42	0,349		
Anemia	1,80	0,94- 3,46	0,074	44,46%	8

(\*) Significativo estadísticamente

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el caso de las manchas descoloridas en forma de gota de lluvia, difusas manchas café oscuras, o difuso oscurecimiento de la piel en las extremidades y el tronco (hiperpigmentación), no se encontró exceso de riesgo en la CE, con significancia estadística. No obstante, en ese lugar si se encontró exceso de riesgo de tener manchas blancas en la piel (hipopigmentación) con una precisión aceptable, un 32,56% de la población afectada se asocia a la exposición y se atribuyen aproximadamente 11 casos.

Se encontró más del doble de exceso de riesgo de padecer Queratosis (engrosamiento o protuberancias en las manos o pies) en la CE. Poco más de la mitad de la población que reportó tenerla se asocia a las condiciones de exposición y se atribuyen aproximadamente tres casos.

En relación a la falta de concentración se obtuvo un valor mayor pero muy cercano a 1,00. La magnitud del riesgo fue baja (1,02). Además se encontró exceso de riesgo de disminución de



la vista en la CE, en relación a los demás síntomas, no se presentaron excesos de riesgo en la CE, todos en comparación con la CNE.

Asimismo, se encontró exceso de riesgo de tener anemia en la CE en relación a la CNE, menos de la mitad de los que reportaron padecerla se asocia a la exposición y se atribuyen ocho casos.

A continuación se presenta un cuadro con los resultados obtenidos de algunos síntomas neuro sensoriales que reportó tener el 5% ó más de la población estudiada:

**Cuadro 9:** Exposición a arsénico en el agua y síntomas relacionados a efectos neuro sensoriales:

Síntomas	OR	Intervalo de confianza	Valor de p
Deterioro del sentido de la escucha	1,27	0,68-2,38	0,450
Dolor de cabeza	1,21	0,83- 1,76	0,330
Entumecimiento	0,77	0,40- 1,44	0,405

Fuente: Elaboración propia, 2013

Se encontró exceso de riesgo en la CE de padecer deterioro del sentido de la escucha, así como dolor de cabeza en comparación con la CNE, se tiene precisión aceptable en este último. No se observó exceso de riesgo de entumecimiento.

#### **4.11.3. Riesgo de presentar síntomas asociados a la Insuficiencia Renal Crónica**

A continuación se presenta un cuadro con los resultados obtenidos de algunos síntomas relacionados a pacientes de Insuficiencia Renal Crónica sin tratamiento de diálisis, que reportó tener el 5% ó más de la población estudiada.

**Cuadro 10:** Exposición a arsénico en el agua y síntomas asociados a la Insuficiencia Renal Crónica

Síntomas	OR	Intervalo de confianza	Valor de p	Proporción atribuible expuesta	Casos atribuidos
Cansancio	0,91	0,54- 1,51	0,705		
Necesidad de descansar frecuentemente	0,83	0,51-1,36	0,465		
No descansa bien	0,64	0,35-1,17	0,145		
Limitada actividad física	1,09	0,68- 1,73	0,732		
Duerme durante el día	0,95	0,68 - 1,33	0,772		
Necesita dormir más	0,47*	0,26- 0,84	0,009		
Dificultad para dormir	0,97	0,60- 1,57	0,902		
Dificultad para respirar	0,62	0,29- 1,33	0,220		
Dolor de huesos	1,90**	1,22-2,94	0,003	47,24 %	19
Pérdida del apetito	0,82	0,42- 1,62	0,573		
Siente más frío que los otros	0,60	0,31 -1,15	0,119		
Molestias en el estómago	0,94	0,60- 1,45	0,767		
Pies inflamados	1,09	0,60-1,98	0,782		
Moretes con facilidad en la piel	1,15	0,58- 2,28	0,691		
Dolores de piernas/cansadas	0,77	0,49- 1,22	0,263		
Necesita orinar por la noche	1,23	0,89- 1,71	0,209		
Piel seca	0,74	0,44- 1,25	0,256		
Picazón en la piel	1,32	0,84-2,08	0,225		
Dolor de articulaciones	0,86	0,53-1,40	0,545		
Calambres musculares	1,11	0,69-1,77	0,680		
Hormigueo en el pie y dedos	1,17	0,74- 1,84	0,509		
Estreñimiento	0,77	0,47- 1,26	0,304		
Irritable	1,47	0,92-2,33	0,103	31,87 %	11

(\*) Significativo estadísticamente

(\*\*)Significativo estadísticamente y alta precisión

Fuente: Elaboración propia, 2013

El indicador de magnitud de riesgo (OR) de los síntomas limitada actividad física y pies inflamados se encontró por encima pero con valores muy cercanos a 1,00. El dolor de huesos fue otro síntoma que se observó exceso de riesgo en la CE, con significancia

estadística y alta precisión en comparación con la CNE. El 47,24 % de los casos se asocian a la exposición y se atribuyen 19 casos.

Se reportó exceso de riesgo de moretes con facilidad en la piel en la CE, así como en los síntomas de necesidad de orinar por la noche, picazón en la piel, calambres musculares y hormigueo en el pie y dedos en comparación con la CNE. De la misma forma, se encontró exceso de riesgo de Irritabilidad en la CE, respecto a la CNE con precisión aceptable, un 31,87% de este síntoma se relaciona a la exposición y se atribuyen 11 casos.

Respecto a los demás síntomas no se observaron excesos de riesgo en la CE en comparación con la CNE. Los síntomas: duerme durante el día, dificultad para dormir y dolores de piernas/cansadas tienen precisión aceptable, en el síntoma necesidad de dormir más, se encontró significancia estadística.

#### **4.12. Análisis estratificado del riesgo y exposición a arsénico por el consumo de agua**

La finalidad de esta sección es conocer el efecto de interacción que podrían tener terceros factores en el proceso de enfermar asociado a la exposición a arsénico por el agua de consumo.

Se analizó el riesgo estratificando según los siguientes factores potencialmente confusores: edad, sexo, ocupación, fumado, consumo de alcohol, exposición a agroquímicos y antecedentes familiares de algunas enfermedades. Se consideró un antecedente familiar si madres, padres, abuelas, abuelos, bisabuelas o bisabuelos, padecieron la enfermedad.

Para analizar la ocupación se agrupó en las personas que se dedican a la agricultura (incluyendo peón, cañero y otro producto agrícola) así como los que se dedican a otra ocupación que incluyen: niños o con impedimentos, obrero, desempleado, profesional, independiente, pensionado, comerciante, estudiante y oficios domiciliarios.

La información se presenta en cuadros por enfermedad y síntoma, en la primera y segunda columna se indican el factor de riesgo o posible factor confusor y los estratos que se derivan de cada uno respectivamente. La tercera columna contiene la OR por estrato, la cual es un indicador de magnitud del riesgo de cada estrato. Se interpreta que cuando es mayor al valor

de 1,00 existe un exceso de riesgo de enfermar por estar expuesto a arsénico y además pertenecer al estrato analizado, cuando es menor a ese valor, no hay exceso de riesgo y cuando da 1,00 se considera igual riesgo en los expuestos y no expuestos a arsénico.

En la cuarta columna se presenta el IC de la OR por estrato, calculado al 95 % de confianza. La precisión es alta cuando la diferencia entre los límites es menor al valor de la OR. El IC también indica significancia estadística, es significativo cuando no incluye el valor de 1,00.

En la quinta columna se indica el valor de  $p$  de cada estrato, este valor también es un indicador de significancia estadística. Se interpreta que cuando es menor a 0,05 es significativo estadísticamente. Se utilizó la  $p$  de dos colas, excepto cuando se indica otra cosa. En los casos en los cuales se presentaron cinco o menos sujetos en alguna de las celdas de las tablas de contingencia al estratificar se utilizó el valor de  $p$  con la  $\chi^2$  de la corrección de Yates y en los demás casos se utilizó la  $p$  con la  $\chi^2$  de Mantel-Haenszel.

En la sexta columna se presenta el valor de la OR cruda, el cual es el indicador de riesgo bruto o general, sin estratificar, que se obtuvo del análisis simple.

En la séptima columna se presenta el valor de la OR estandarizada u OR de Mantel- Haenszel ( $OR_{MH}$ ) el cual es el indicador de la magnitud del riesgo resumen de la OR de los estratos. Por esa razón, en los casos en los cuales cambia la asociación en los estratos, es decir, cuando el resultado de la OR de un estrato es mayor a 1,00 y otro inferior a ese valor, o fue indefinido, no se discutirá el valor de la ( $OR_{MH}$ ) porque bajo esas condiciones ese indicador pierde valor. La  $OR_{MH}$  permite observar el riesgo controlando el efecto del posible factor confusor, que podría ser: atenuarlo o potenciarlo.

En la octava columna se presenta el IC de la  $OR_{MH}$  el cual indica el rango en el cual oscila, cuando no se incluye el valor de 1,00 quiere decir que es significativo estadísticamente. Además indica alta precisión cuando la diferencia de los intervalos es menor a la  $OR_{MH}$ . Finalmente se presenta la  $p$  de Breslo-Day, la cual es una prueba de hipótesis, cuando es menor a 0,05 muestra significancia estadística e interacción entre los estratos, es decir que hay diferencia en el proceso de enfermar si se pertenece a uno u otro estrato.

La discusión se enfoca en observar diferencias de riesgo entre las personas expuestas a arsénico y además pertenecientes a uno u otro estrato, así como también conocer la diferencia en el riesgo estandarizado, al controlar el efecto de terceros posibles factores confusores respecto al riesgo bruto o general obtenido del análisis simple.

En esta sección no se analizarán todos los padecimientos del análisis simple sino los siguientes en los cuales se encontró mayor riesgo en esa parte y de los cuales se ha mencionado en la literatura asociación con el consumo de agua contaminada con arsénico: enfermedades de los riñones, Insuficiencia Renal, presión alta, diabetes, anemia, hipopigmentación, hiperpigmentación, queratosis, disminución de la visión y depresión.

Los resultados obtenidos en su mayoría tienen baja precisión, y no son significativos estadísticamente, por lo cual los resultados obtenidos deben ser manejados con cautela, se indica solamente los casos en los cuales se encontró alta precisión y significancia estadística. Cabe destacar que indefinido quiere decir la condición en la cual al estratificar algunas de las celdas de la tabla de contingencia no tiene sujetos, por lo cual se limita la capacidad de explicar ese factor de riesgo o cuando alguno de los indicadores no se logró calcular por esa misma razón.

Es importante retomar, que se considera un caso las personas que respondieron afirmativamente tener los padecimientos consultados, así como que expuestos a arsénico se consideran las personas que habitan en la comunidad denominada Barrio Hotel Cañas, en donde se tiene registro de datos en un rango de 76 µg/L a 144 µg/L en el acueducto de la ASADA, así como también de algunos pozos artesanales del área con presencia de arsénico con niveles similares.

#### **4.12.1. Enfermedades de los riñones y sus factores de riesgo**

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo de enfermedades de los riñones y exposición a arsénico por el consumo de agua.

**Cuadro 11:** Análisis estratificado del riesgo de enfermedades de los riñones y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day	
Edad	Menores de 10 años	5,67 <sup>†</sup>	0,57-56,09	0,259 <sup>a</sup>	2,16* IC (1,17-3,99)	2,53*	1,34-4,77	0,872	
	De 10 a 39 años	2,80 <sup>†</sup>	0,92-8,52	0,060					
	De 40 a 69 años	2,12	0,83-5,40	0,109					
	70 ó más años	2	0,31-12,84	0,834 <sup>a</sup>					
Sexo	Mujer	2,24 <sup>†</sup>	0,97-5,17	0,053		2,16*	2,22*	1,2- 4,10	0,967
	Hombre	2,19 <sup>†</sup>	0,89-5,41	0,083					
Ocupación	No agricultura	1,58	0,75-3,30	0,224		IC (1,17-3,99)	2,03*	1,08-3,80	0,231
	Agricultura	4,06 <sup>*†</sup>	1,04-15,81	0,032 <sup>a b</sup>					
Exposición agroquímicos	No	1,07	0,48-2,39	0,867		1,86	0,98-3,55	0,018	
	Sí	9 <sup>*†</sup>	1,88-43,08	0,004 <sup>a</sup>					
Hábito de fumado	No	2,93 <sup>*†</sup>	1,54-5,57	0,0006		2,52*	1,35-4,69	-	
	Sí	-	-	-					
Consumo bebidas alcohólicas	No	2,33 <sup>*†</sup>	1,2-4,50	0,010	2,38*	1,28-4,43	0,849		
	Sí	2,81 <sup>†</sup>	0,45-17,71	0,506 <sup>a</sup>					
Antecedente familiar	No	2,04*	1,10-3,79	0,022	2,17*	1,18-3,99	-		
	Sí	-	-	-					

(\*) Significativo estadísticamente

(†) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(<sup>b</sup>) Valor p de una cola

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

En cuanto al factor "edad" se observó que los expuestos a arsénico y además pertenecen al grupo etario de menores de 10 años, presentaron el mayor exceso de riesgo en comparación con las personas de otros estratos de edad. La OR estandarizada (2,53) es significativa estadísticamente y con respecto a la cruda (2,16 IC 1,34-4,77) la magnitud del riesgo fue mayor. Lo cual quiere decir que la variable edad estaba atenuando el riesgo y al controlarlo la probabilidad de enfermar fue más evidente.

En el estudio clínico de arsenicismo crónico en el Zapote Nicaragua, observaron sin significancia estadística entre los del grupo de alta y baja exposición a arsénico, en menores de 15 años el 88,9% tenían un riñón disminuido y el 55,6% ambos riñones disminuidos. Mientras que los de 15 ó más años el 79,2% presentaron un riñón disminuido y el 29,1% ambos riñones disminuidos. Lo cual sugiere mayor susceptibilidad en los menores (Gómez, 2002). Esto podría apoyar los datos encontrados en esta investigación en que el mayor riesgo de enfermedades de los riñones de acuerdo a la edad lo tienen los menores de 10 años, así como lo observado en el aumento del riesgo según disminuye la edad, probablemente por la susceptibilidad de los grupos etarios de menor edad.

Respecto a la variable "sexo", las personas expuestas a arsénico y mujeres presentaron mayor riesgo de enfermedades de los riñones en comparación con los hombres. Por su parte, la  $OR_{MH}$  (2,22 IC 1,2- 4,10) fue significativa estadísticamente y mayor a la OR cruda (2,16), lo cual quiere decir que esa variable, estaba atenuando el efecto de la exposición a arsénico y el riesgo de padecer enfermedades de los riñones y al controlarla la probabilidad de enfermar fue más evidente.

En el estudio ecológico desarrollado en Michigan sobre la Razón de Mortalidad Estandarizada (RME), en la población expuesta a concentraciones en un rango de 10 µg/L a 100 µg/L de arsénico en el agua para consumo humano encontraron para las enfermedades de los riñones, en los hombres una RME de 1,28 significativo estadísticamente como se observa en el intervalo de confianza (1,15–1,42). Para las mujeres, la RME fue poco mayor 1,38 IC (1,25–1,52) (Meliker, y otros, 2007). Estos datos se relacionan con los de prevalencia encontrados en esta investigación respecto al riesgo de padecer enfermedades de los riñones por la exposición a arsénico de acuerdo al sexo.

En un estudio en China encontraron diferencia significancia estadística en la relación de la presencia de arsénico inorgánico en la orina de mujeres con el aumento en los indicadores de disfunción renal: micro globulina beta 2 y la proteína fijadora de retinol. Lo cual muestra una interacción del arsénico inorgánico y cadmio en mujeres. Los autores consideran que esto podría deberse a que la población masculina no fue lo suficientemente grande para obtener significancia también. No obstante, se observó en general con la combinación de exposición a arsénico total y Cadmio un efecto sinérgico y mayor riesgo de afectación renal (Nordberg, Jin, Hong, Zhang, Buchet, & Bernard, 2005).

Sin embargo, también se han encontrado datos de mayor afectación en varones, en la investigación de una cohorte en el condado de Millard en Utah, Estados Unidos, sobre mortalidad, con una población que estuvo expuesta a una concentración media entre 14 µg/L y 166 µg/L de arsénico en el agua de consumo, se encontró un aumento significativo en la Razón de Mortalidad Estandarizada en hombres por nefritis y necrosis de 1,72 (IC 1,13 – 2,50), en comparación con las muertes de la población masculina en Utah. En las mujeres el incremento fue de 1,21 (IC 0,66-2,03) sin significancia, respecto a las ocurridas en las mujeres de ese lugar (Lewis, y otros, 1999).

En relación a la variable “ocupación”, en esta investigación se encontró 4,06 veces más riesgo con significancia estadística, de padecer enfermedades de los riñones para quienes están expuestos a arsénico por el consumo de agua y además se dedican a la agricultura en relación a quienes desarrollan otras labores. Lo cual sugiere una sinergia, entre la exposición a arsénico por el agua de consumo y dedicarse a la agricultura, lo cual se evidencia con la diferencia entre la magnitud del indicador de riesgo del estrato de los agricultores respecto a los que se dedican a otras ocupaciones (OR=1,58), cabe destacar que en estos también se observó exceso de riesgo. No obstante, al estandarizar se observó que el factor ocupación estaba potenciando levemente el riesgo, porque la  $OR_{MH}$  (2,03) fue menor con significancia estadística a la OR cruda (2,16), ambas con significancia estadística.

Los datos descritos anteriormente son consistentes, con la investigación desarrollada en el Ingenio San Antonio, en Nicaragua, donde analizaron concentraciones de arsénico (total), cadmio, uranio en orina, así como plomo en sangre y observaron evidencia de la asociación de altos niveles de arsénico total en orina (más de 100 µg/L) con biomarcadores de función renal, en tres trabajadores, tanto de la caña como en mineros (McClellan, y otros, 2012).

Los autores señalan que “los trabajadores con mayores exposiciones a arsénico presentaron una mayor creatinina sérica ( $p=0,04$ ) y una estimación de la tasa de filtración glomerular significativamente menor ( $p=0,01$ ), controlando por edad y sexo” (McClellan, y otros, 2012). Esos datos también son consistentes con lo observado en el presente estudio, en cuanto a que las personas expuestas a arsénico y dedicados a otra ocupación diferente de la agricultura también presentan riesgo de padecer enfermedades de los riñones.

En relación a la variable “exposición a agroquímicos” se observó que quienes están expuestos a arsénico y además a agroquímicos tienen  $OR=9$  (1,88-43,08) veces más riesgo de tener enfermedades de los riñones con significancia estadística ( $p=0,004$ ) en comparación



con quienes no están expuestos a agroquímicos. Es importante destacar que también se observó bajo riesgo de padecer enfermedades de los riñones en las personas expuestas a arsénico y sin exposición a agroquímicos  $OR=1,07$ . Se observó que el factor exposición a agroquímicos, estaba potenciando el riesgo, porque la  $OR_{MH}$  (1,86) fue menor a la cruda (2,16), al controlarlo el riesgo fue menor.

El valor de p de Breslo-Day indica que la variable mencionada sí está interactuando en la exposición a agroquímicos, es decir, que sí existe diferencia significativa entre quienes se exponen a agroquímicos y los que no, en el riesgo de padecer enfermedades de los riñones en personas expuestas a arsénico.

El elevado exceso de riesgo observado (de 9 veces más) de tener enfermedades de los riñones de las personas expuestas a arsénico por el consumo de agua y además expuestas a agroquímicos, podría deberse a una sinergia de condiciones laborales riesgosas, agroquímicos utilizados, aumento de consumo de agua durante el trabajo, aunado a la exposición crónica del agua contaminada con arsénico u otros parámetros como la dureza del agua. Porque se observó que quienes están expuestos a arsénico y no lo están a agroquímicos, también tienen exceso de riesgo, aunque muy bajo ( $OR=1,07$ ), de igual forma en los que tienen otra ocupación diferente de la agricultura ( $OR=1,58$ ).

Se han reportado múltiples evidencias de la relación entre las personas dedicadas a la agricultura, expuestas a agroquímicos y el daño renal. Tal es el caso de otra investigación desarrollada sobre datos de la estimación de la tasa de filtración glomerular de 997 trabajadores con conocidos factores de riesgo agrícolas en Nicaragua. En la cual encontraron excesos de riesgo en todos los dedicados a la agricultura principalmente a los de banano  $OR=3,19$   $p= 0,0009$ . No obstante, no encontraron asociación con quienes se dedicaban a otras ocupaciones diferentes del campo agrícola  $OR= 0,91$  (Sanoff, y otros, 2010). Respecto a lo anterior, se observó consistencia con el exceso de riesgo de los agricultores, sin embargo no con lo de las otras ocupaciones, porque en la presente investigación se observó que quienes están expuestas a arsénico y además se dedican a otras ocupaciones también hubo exceso de riesgo de tener enfermedades de los riñones.

En relación a la variable "hábito de fumado", el estrato de fumadores, fue indefinido por la carencia de sujetos en algunas de las celdas al estratificar, por lo cual se tienen limitada capacidad para explicar este factor. Sin embargo, se encontró que quienes están expuestos

a arsénico por el agua de consumo y además no fuman tiene OR= 2,93 veces más riesgo con significancia estadística de tener enfermedades de los riñones.

Los resultados obtenidos del factor “consumo de bebidas alcohólicas” muestran que las personas expuestas a arsénico y además son tomadoras tienen mayor riesgo de padecer enfermedades de los riñones OR=2,81 en comparación con los no tomadores OR=2,33 (1,54-5,57), no obstante en estos se presentó excesos de riesgo con significancia estadística  $p=0,0006$ . En el mismo sentido, se observó que el consumo de bebidas alcohólicas estaba atenuando el riesgo de enfermar, porque la  $OR_{MH}$  (2,38) fue mayor con significancia estadística a la OR cruda (2,16), al controlarlo el riesgo fue más evidente. Estos datos son consistentes con lo que se ha dicho al respecto de la sinergia respecto a la exposición a arsénico y el consumo de alcohol.

En consistencia a lo anterior, en León y Chinandega, Nicaragua, observaron que quienes consumían del licor preparado artesanalmente conocido como lija, tenían un exceso de riesgo de OR= 2,10 (1,31- 3,39)  $p = 0,0023$  de tener una tasa estimada de filtración glomerular menor o igual a 60 mL/min/1,73 m<sup>2</sup> ( $p = 0,0023$ ) respecto a los que no consumían esta sustancia (Sanoff, y otros, 2010).

Respecto a los “antecedentes familiares”, no se logra explicar completamente, debido a que la OR de quienes tienen antecedentes familiares de enfermedades de los riñones fue indefinida debido a la carencia de sujetos en alguna de las celdas al estratificar. Sin embargo, se observó que las personas que sin antecedentes familiares de enfermedades del riñón, el riesgo de padecerlas fue OR=2,04 (1,10-3,79) con significancia estadística ( $p=0,02$ ). No obstante, en relación a este tema, diferente a lo anterior, en el trabajo de Sanoff y otros, (2010) encontraron que el riesgo de tener IR con base en la tasa estimada de filtración glomerular en quienes tienen antecedentes familiares de enfermedad renal en fase terminal fue OR=1,814 (IC 0,990-3,324)  $p= 0,0540$  en comparación con quienes no tenían antecedentes familiares de esas enfermedades.

#### **4.12.1.1. Insuficiencia Renal y sus factores de riesgo**

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo de Insuficiencia renal y exposición a arsénico por el consumo de agua.

**Cuadro 12:** Análisis estratificado del riesgo por Insuficiencia Renal y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day	
Edad	Menores de 10 años	-	-	-	1,83 IC (0,71-4,7)	2,14	0,80-5,73	-	
	De 10 a 39 años	-	-	-					
	De 40 a 69 años	1,38	0,39-4,89	0,870 <sup>a</sup>					
	70 ó más años	-	-	-					
Sexo	Mujer	0,71	0,15-3,48	0,962 <sup>a</sup>		1,83	1,87	0,72-4,83	0,096
	Hombre	4,31* <sup>†</sup>	1,06-17,54	0,032 <sup>a,b</sup>					
Ocupación	No agricultura	1,29	0,44-3,84	0,864 <sup>a</sup>		1,83 IC (0,71-4,7)	1,89	0,71-5,01	-
	Agricultura	-	-	-					
Exposición agroquímicos	No	0,74	0,16-2,59	0,884 <sup>a</sup>			1,19	0,40-3,58	-
	Sí	-	-	-					
Hábito de fumado	No	2,52 <sup>†</sup>	0,93-6,80	0,060			2,13	0,82-5,56	-
	Sí	-	-	-					
Consumo bebidas alcohólicas	No	1,99 <sup>†</sup>	0,77-5,12	0,147	1,99		0,77-5,12	-	
	Sí	-	-	-					
Antecedente familiar	No	1,81	0,70-4,67	0,208	1,82		0,71-4,67	-	
	Sí	-	-	-					

(\*) Significativo estadísticamente

(<sup>†</sup>) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(<sup>b</sup>) Valor p de una cola

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

La Insuficiencia Renal (IR) se preguntó como una especificación de las enfermedades de los riñones, se incluye en esta sección a pesar de que solamente el 2,4% de la población total estudiada reportó padecerla, debido a la prevalencia de la enfermedad a nivel nacional observada en los resultados del primer objetivo.

En personas de áreas afectadas por arsénico y Cadmio en China encontraron un aumento significativo en los biomarcadores de disfunción renal: micro globulina beta dos, N-acetil-beta – D–glucosaminidasa (bio indicador de daño tubular) y albúmina (bio indicador de daño glomerular), con las concentraciones de arsénico total y Cadmio en orina, respecto a las concentraciones de personas control de lugares no expuestos (Nordberg, Jin, Hong, Zhang, Buchet, & Bernard, 2005).

En el cuadro anterior, se observó que la mayoría de los estratos fueron indefinidos por carencia de sujetos, por lo cual se tiene limitada capacidad para explicar los factores estudiados en relación al proceso de enfermar por IR y el consumo de agua contaminada con arsénico.

De los datos del cuadro anterior, solo se logra comprender el factor sexo en el riesgo de padecer IR asociado a la exposición a arsénico. En el riesgo de las mujeres expuestas a arsénico se observó la paradoja de Simpson, en ellas no se observó exceso de riesgo, lo cual quiere decir que hubo una modificación de efecto, cambió la dirección de la asociación respecto al análisis simple. Por otra parte, el estar expuesto a arsénico y ser hombre, representa un exceso de riesgo 4,31 (1,06-17,54) veces más de padecer IR respecto a las mujeres con significancia estadística ( $p=0,032$ ).

Respecto a la variable “edad” solamente un estrato no fue indefinido, el de 40 a 69 años, es decir, se encontró que las personas expuestas a arsénico y además en ese rango de edad, presentaron un exceso de riesgo por IR de 1,38.

En relación a la interacción de los factores: “ocupación”, “hábito de fumado”, “consumo de bebidas alcohólicas” y “antecedentes familiares de enfermedades de los riñones”, se tiene limitada capacidad para comprenderlos, porque la OR fue indefinida en los estratos con esas características. Sin embargo, se obtuvo que las personas expuestas a arsénico y además: dedicadas a otra ocupación diferente de la agricultura, no fumadores, no tomadoras y sin antecedentes familiares de enfermedades de los riñones, presentaron excesos de riesgo de enfermar por IR.

Respecto a la ocupación, como se mencionó en el análisis estratificado de enfermedades de los riñones y en relación a los datos obtenidos específicamente sobre Insuficiencia Renal, éstos son consistentes con lo observado del Ingenio San Antonio, en donde señalan que el daño renal no se limita a la industria de la caña, sino también fue observado en trabajadores dedicados a otras ocupaciones. En las conclusiones de ese estudio mencionan las

exposiciones ambientales como el arsénico, ya que observaron que las personas con altos niveles en orina tenían una baja tasa estimada de filtración glomerular (McClean, y otros, 2012). Esos hallazgos, coinciden con lo observado en esta investigación en relación a las personas expuestas a arsénico y además dedicadas a una ocupación diferente de la agricultura, quienes presentan exceso de riesgo de enfermar por IR (OR=1,29).

En relación a algunas características personales, en un estudio de casos y controles en Taiwán, encontraron una asociación significativa estadísticamente sobre la presencia de arsénico total en orina y la insuficiencia renal crónica. Notaron en los casos enfermos, que los tomadores de alcohol tenían significativamente menos riesgo que los no tomadores y el fumado no fue asociado con el riesgo de la enfermedad ajustado por edad y sexo. Se menciona que la exposición a agroquímicos, el consumo de café y el uso de pinturas o tintes no afectaron el riesgo (Hsueh, y otros, 2009). No obstante, en esta investigación no se tiene la capacidad para explicar el riesgo de las personas expuestas a arsénico y además consumen alcohol y tienen el hábito de fumado.

Respecto al factor “exposición a agroquímicos”, igualmente se tiene limitada capacidad de explicación porque la OR de quienes se exponen a arsénico y además a agroquímicos fue indefinida. Sin embargo, se encontró en las personas expuestas a arsénico y sin exposición a agroquímicos, una modificación de efecto, cambió la dirección de la asociación respecto a lo observado en el análisis simple, al estratificar ellos no presentaron exceso de riesgo de padecer IR. Los datos descritos anteriormente llaman la atención y apoyan la hipótesis de la posible relación de exposición a arsénico u otros parámetros de calidad en el agua de consumo o por alimentos (que no fueron considerados en esta investigación) con la IR.

#### **4.12.2. Presión alta y sus factores de riesgo**

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por presión alta y exposición a arsénico por el consumo de agua.

**Cuadro 13:** Análisis estratificado del riesgo por presión alta y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day	
Edad	Menores de 10 años	-	-	-	0,84  IC (0,52-1,35)	1,03	0,61-1,74	-	
	De 10 a 39 años	0,43	0,12-1,51	0,276 <sup>a</sup>					
	De 40 a 69 años	1,54 <sup>†</sup>	0,81-2,95	0,188					
	70 ó más años	0,53	0,10-2,72	0,721 <sup>a</sup>					
Sexo	Mujer	0,91 <sup>†</sup>	0,50-1,65	0,756		0,84	0,84	0,52-1,36	0,643
	Hombre	0,71	0,31-1,65	0,429					
Ocupación	No agricultura	0,81	0,48-1,36	0,436		IC (0,52-1,35)	0,84	0,52-1,36	0,750
	Agricultura	1,01 <sup>†</sup>	0,29-3,50	0,763 <sup>a</sup>					
Exposición agroquímicos	No	0,75	0,43-1,30	0,300		0,82	0,50-1,34	0,438	
	Sí	1,21 <sup>†</sup>	0,41-3,56	0,734					
Hábito de fumado	No	0,97 <sup>†</sup>	0,60-1,58	0,903		0,90	0,56-1,46	-	
	Sí	-	-	-					
Consumo bebidas alcohólicas	No	0,88 <sup>†</sup>	0,53-1,46	0,623	0,87	0,54-1,41	0,843		
	Sí	0,74	0,14-4,02	0,953 <sup>a</sup>					
Antecedente familiar	No	0,85 <sup>†</sup>	0,50-1,47	0,570	0,83	0,52-1,34	0,868		
	Sí	0,78	0,30-2,04	0,609					

(<sup>†</sup>) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

Se encontró al estratificar por la variable "edad" en las personas expuestas a arsénico y además tienen edad entre 40 a 69 años cambió la asociación y se observó un exceso de riesgo de tener presión alta (OR=1,54). Los pertenecientes al estrato de 10 a 39 años y los mayores de 70 años mantuvieron la asociación del análisis simple sin excesos de riesgo.

Se encontró consistencia en el exceso de riesgo de enfermar por presión alta de acuerdo a la edad, de la investigación en Wisconsin, sobre enfermedades crónicas en adultos (mayores de 65 años) asociadas al consumo de agua con arsénico en la cual se observó un aumento de riesgo significativo por presión alta, la OR cruda fue 1,57 (IC 1,10- 2,31) y en los expuesto

a más de 10  $\mu\text{g/L}$  de arsénico en el agua de consumo ajustado por edad, sexo, fumado e índice de masa corporal en el análisis de regresión logística el riesgo fue 1,68 (1,13- 2,49), respecto a los expuestos entre 2  $\mu\text{g/L}$  y 10  $\mu\text{g/L}$  de arsénico, para los cuales la OR ajustada fue 1,15 (IC 0,82-1,59) (Zierold, y otros, 2004).

En Bangladesh observaron en cuatro áreas expuestas a más de 0,05 mg/L de arsénico en el agua de consumo un aumento de la prevalencia de hipertensión en los varones entre 40 y 65 años, mientras que en las mujeres el aumento de la prevalencia ocurrió en las mayores de 60 años (Rahman, y otros, 1999). Lo cual sugiera que el aumento de la exposición a arsénico aunado a una edad adulta podría incrementar el riesgo de tener hipertensión.

En cuanto a la variable “sexo”, la asociación del análisis simple se mantuvo, ni hombres ni mujeres con exposición a arsénico presentaron excesos de riesgo de tener hipertensión. Se mantuvo la magnitud del riesgo de la  $OR_{MH}$  en relación a la OR cruda, lo cual quiere decir que el factor sexo no estaba interactuando como confusor en el riesgo de hipertensión asociado a la exposición a arsénico.

En el estudio de la cohorte expuesta a concentraciones de arsénico entre 14  $\mu\text{g/L}$  y 166  $\mu\text{g/L}$  en agua para consumo de Utah, se encontró un incremento en la Razón de Mortalidad Estandarizada por presión alta en hombres de 2,20 (IC 1,36-3,36) y 1,73 (IC 1,11-2,59) en mujeres respecto a las muertes de acuerdo al sexo en ese lugar (Lewis, y otros, 1999). Los resultados que se obtuvieron en esta investigación no son consistentes con los de Utah, debido a que no cambió la asociación al estratificar según el sexo, sino que ninguno presentó exceso de riesgo de padecer hipertensión asociado al consumo de agua con arsénico.

Se observó un leve riesgo de tener hipertensión en las personas expuestas a arsénico y que además trabajan en la agricultura, cambió la asociación ( $OR=1,01$ ) mientras que en quienes se dedican a otras ocupaciones no se observó exceso de riesgo de hipertensión ( $OR=0,81$ ). Del mismo modo se obtuvo un cambio en la asociación respecto a los datos del análisis simple, se observó un exceso de riesgo para las personas expuestas arsénico y además a agroquímicos  $OR=1,21$ . Por su parte, en las personas expuestas a arsénico y que no se exponen a agroquímicos no se observó exceso de riesgo ( $OR=0,75$ ). Esto es importante, porque permite observar que la exposición a arsénico aunado a la exposición a agroquímicos aumenta la probabilidad de tener presión alta.

Respecto a la variable “hábito de fumado”, se tiene limitada capacidad de explicar el papel que tiene en el riesgo de hipertensión asociado a la exposición a arsénico, porque el estrato

de los fumadores fue indefinido. No obstante, se observó en las personas expuestas arsénico y no son fumadoras tienen la misma tendencia del análisis simple, sin exceso de riesgo de padecer presión alta.

En relación a las variables “consumo de bebidas alcohólicas” y “antecedentes familiares”, en los estratos de esos factores se mantiene la tendencia del análisis simple sin excesos de riesgo. Del mismo modo, al estandarizar, la magnitud del riesgo se mantuvo con valores muy similares a la OR cruda (por debajo del valor de 1,00). La estandarización por antecedentes familiares tiene una precisión aceptable.

#### **4.12.3. Diabetes y sus factores de riesgo**

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por diabetes y exposición a arsénico por el consumo de agua.



**Cuadro 14:** Análisis estratificado del riesgo por diabetes y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day
Edad	Menores de 10 años	-	-	-	1,46 IC (0,79-2,70)	1,81	0,95-3,46	-
	De 10 a 39 años	1,49 <sup>†</sup>	0,25-9,07	0,962 <sup>a</sup>				
	De 40 a 69 años	1,56 <sup>†</sup>	0,73-3,33	0,250				
	70 ó más años	6,2 <sup>†</sup>	0,97-39,75	0,128 <sup>a</sup>				
Sexo	Mujer	1,80 <sup>†</sup>	0,83-3,91	0,133		1,52	0,82-2,81	0,491
	Hombre	1,15	0,41-3,18	0,791				
Ocupación	No agricultura	1,62 <sup>†</sup>	0,83-3,17	0,155		1,55	0,83-2,89	0,754
	Agricultura	1,22	0,24-6,30	0,857 <sup>a</sup>				
Exposición agroquímicos	No	1,50 <sup>†</sup>	0,77-2,95	0,227		1,46	0,78-2,74	0,805
	Sí	1,18	0,19-7,27	0,771 <sup>a</sup>				
Hábito de fumado	No	1,48 <sup>†</sup>	0,76-2,87	0,245		1,33	0,70-2,55	-
	Sí	-	-	-				
Consumo bebidas alcohólicas	No	1,55 <sup>†</sup>	0,82-2,91	0,173		1,48	0,79-2,76	-
	Sí	-	-	-				
Antecedente familiar	No	1,76 <sup>†</sup>	0,89-3,49	0,100	1,37	0,73-2,56	0,126	
	Sí	0,31	0,04-2,57	0,450 <sup>a</sup>				

(<sup>†</sup>) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

Al estratificar por la variable "edad" se observó diferencia en la magnitud del riesgo entre los estratos, se observó que la probabilidad de tener diabetes es mayor conforme aumenta la edad. En las personas expuestas a arsénico y además tienen 70 ó más años la probabilidad de tener diabetes fue OR=6,2. En las de 40 a 69 años el riesgo fue OR=1,56 y en los de 10 a 39 años fue 1,49. Finalmente en el grupo de menor edad el riesgo fue indefinido. Esos datos son consistentes con la hipótesis de exposición crónica a arsénico, así como con la susceptibilidad de los adultos mayores.

Los resultados descritos anteriormente coinciden con lo reportado en Taiwán, en un estudio donde al estratificar, observaron una razón de incidencia de diabetes de las personas que viven en los pueblos hiperendémicos respecto de los que no, de 3,6 (IC 95% 3,5 – 3,6) para el grupo de 33 a 44 años; 2,3 (IC 95% 1,1-4,9) para los de 45 a 54 años; 4,3 (IC 95% 2,4 – 7,7) para los de 55 a 64 años y 5,5 (IC 95% 2,2 – 13,5) para los de 65 a 74 años. Es posible observar que la población de mayor edad presentó un elevado riesgo de enfermarse (Tseng, y otros, 2000).

En cuanto a la variable “sexo” se observó diferencia en los estratos de la probabilidad de enfermarse por diabetes. De las personas expuestas a arsénico, en las mujeres se encontró mayor riesgo (OR=1,80) mientras que la probabilidad de los varones fue OR=1,15. Del mismo modo, se encontró que el efecto del factor “sexo” estaba atenuando el riesgo de enfermarse de diabetes asociado al consumo de agua con arsénico, porque la OR<sub>MH</sub> fue mayor (1,52) a la OR cruda (1,46). En ese sentido, en el estudio de cohorte de Utah, se encontró un aumento de la Razón de Mortalidad Estandarizada por diabetes mellitus solo en mujeres 1,23 (IC 0,86-1,71 sin significancia estadística) (Lewis, Southwick, Ouellet-Hellstrom, Rench, & Calderon, 1999).

En México observaron, del estudio en Coahuila, el ser mujer como un factor de riesgo de tener diabetes mellitus tipo 2 OR=1,77 (IC 95% 1,08-2,89) tomando como referencia un nivel de excreción de arsénico total en orina de 50 µg/g de creatinina (Coronado González, y otros, 2007).

Sin embargo, en Michigan, encontraron en una población expuesta a arsénico en agua para consumo, incrementos en la Razón de Mortalidad Estandarizada por diabetes en ambos sexos, sin mayor diferencia entre ellos. En los hombres fue 1,28 (IC 1,18–1,37) y en las mujeres 1,27 (IC 1,19–1,35) (Meliker, y otros, 2007).

Respecto al factor “ocupación” se encontró mayor probabilidad de tener diabetes en las personas que tienen un oficio diferente a la agricultura (OR=1,62) mientras que la probabilidad para quienes se dedican a ese oficio fue OR=1,22. Al estandarizar se observó que la OR<sub>MH</sub> (1,55) fue mayor a la OR cruda (1,46), por ello se considera que el factor ocupación estaba atenuando el riesgo de tener diabetes asociado al consumo de agua con arsénico.

Se observó respecto al factor “exposición a agroquímicos” mayor probabilidad de tener diabetes en los expuestos a arsénico y no a agroquímicos (OR=1,50) mientras que el riesgo

de los que sí se exponen agroquímicos fue (OR=1,18). Se observó que la  $OR_{MH}$  y la OR cruda tienen la misma magnitud, lo cual quiere decir que la exposición a agroquímicos no está actuando como un factor confusor en el riesgo de tener diabetes asociado al consumo de agua con arsénico.

En el factor “hábito de fumado” y “el consumo de bebidas alcohólicas”, se tiene limitada capacidad para explicar la influencia de éstos en el riesgo de tener diabetes asociado a la exposición a arsénico; debido a que los estratos de las personas con esas características fueron indefinidos. Sin embargo, se observó exceso de riesgo en las personas expuestas a arsénico que no fuman y no consumen licor.

Respecto a la variable “antecedentes familiares con diabetes”, se encontró mayor riesgo en los expuestos a arsénico y sin antecedentes familiares (OR=1,76) mientras que la asociación cambió (no se observó exceso de riesgo) para quienes sí los tenían (OR=0,31). Estos datos son muy importantes porque sugieren mayor relación del riesgo de diabetes con la exposición a arsénico, estilos de vida u otros factores, respecto a los antecedentes familiares.

#### **4.12.4. Anemia y sus factores de riesgo**

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por anemia y exposición a arsénico por el consumo de agua.

**Cuadro 15:** Análisis estratificado del riesgo por anemia y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day
Edad	Menores de 10 años	2,41 <sup>†</sup>	0,62-9,45	0,349 <sup>a</sup>	1,8 IC (0,94-3,4)	1,87	0,97-3,63	-
	De 10 a 39 años	1,66	0,51-5,34	0,594 <sup>a</sup>				
	De 40 a 69 años	2,25 <sup>†</sup>	0,78-6,50	0,127				
	70 ó más años	-	-	-				
Sexo	Mujer	1,25	0,54-2,88	0,596		1,9	0,98-3,67	0,091
	Hombre	4,48 <sup>*†</sup>	1,32-15,17	0,021 <sup>a</sup>				
Ocupación	No agricultura	1,68	0,84-3,37	0,139		1,97*	1,01-3,84	-
	Agricultura	-	-	-				
Exposición agroquímicos	No	1,86 <sup>†</sup>	0,89-3,90	0,095		1,86	0,96-3,58	0,985
	Sí	1,83 <sup>†</sup>	0,44-7,59	0,638 <sup>a</sup>				
Hábito de fumado	No	2,16 <sup>*†</sup>	1,09-4,30	0,025	1,98*	1,02-3,82	0,411	
	Sí	0,74	0,06-8,76	0,714 <sup>a</sup>				
Consumo bebidas alcohólicas	No	1,42	0,69-2,95	0,343	1,76	0,90-3,44	0,154	
	Sí	7,87 <sup>†</sup>	0,84-73,45	0,105 <sup>a</sup>				

(\*) Significativo estadísticamente

(<sup>†</sup>) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

Al estratificar por la variable "edad" se observó diferencias entre cada estrato en el riesgo de enfermar por anemia en las personas expuestas a arsénico, los menores de 10 años presentaron la probabilidad más elevada OR=2,41, seguido del grupo de 40 a 69 años OR=2,25, mientras que para los de 10 a 39 años el riesgo fue OR=1,66. Finalmente en el grupo de 70 ó más años fue indefinido. Lo anterior podría estar relacionado por la condición de mayor susceptibilidad de los niños.

Respecto al factor “sexo” de los expuestos a arsénico se encontró en los hombres con significancia estadística 4,48 veces más probabilidad de tener anemia, en relación a las mujeres, en las cuales el riesgo fue 1,25. Al estandarizar la  $OR_{MH}$  (1,9) fue por poco mayor con significancia estadística respecto a la OR cruda (1,8) por lo cual no se considera que el sexo esté actuando como un factor confusor.

Contrariamente a estos resultados de acuerdo al factor sexo, en una cohorte prospectiva en Bangladesh, con lesiones en la piel por arsénico, encontraron que el 5,7% de los hombres y el 36,5% de las mujeres tenían la hemoglobina en menos de 12 g/dL, límite en que se consideró tener anemia (Heck, Chen, Grann, Slavkovich, Parvez, & Ahsan, 2008).

El efecto del factor “ocupación” en el riesgo de padecer anemia en los expuestos a arsénico, no es posible comprenderlo porque la OR del estrato de agricultores fue indefinida. Sin embargo, se observó un exceso de riesgo en los expuestos arsénico y que además se dedican a otro oficio diferente de la agricultura.

En relación al factor “exposición a agroquímicos” el riesgo de tener anemia fue un poco mayor en los que no están expuestos a esas sustancias y lo están a arsénico  $OR=1,86$  mientras que quienes presentan ambas características el riesgo fue  $OR=1,83$ . Al estandarizar, se observó que ese factor estaba atenuando el riesgo de padecer anemia asociado a la exposición a arsénico, porque la  $OR_{MH}$  (1,86) fue mayor a la OR cruda (1,8).

Respecto al “hábito de fumado” se observó un cambio en la asociación significativo estadísticamente, para los que están expuestos a arsénico y además fuman ( $OR=0,74$ ), mientras que el riesgo en los expuestos a arsénico y no lo hacen presentaron exceso de riesgo de tener anemia ( $OR=2,16$ ).

En la investigación antes mencionada en Bangladesh, los niveles de hemoglobina fueron un poco más altos en los fumadores varones (13,9 g/dL) mientras que el promedio de los no fumadores fue 13,7 g/dL. La misma tendencia se encontró en las mujeres, el promedio de hemoglobina fue 12,8 g/dL y 12,5 g/dL respectivamente (Heck, y otros, 2008). Se encontró una tendencia similar, debido a que las personas expuestas a arsénico y además no fumadoras presentaron el doble de riesgo de enfermar, mientras que en los fumadores no se encontró exceso de riesgo. Un elemento a tener en consideración es que de la población estudiada en la presente investigación solamente el 6,2% reporto ser fumadora, mientras que en ese estudio dicho hábito lo tenía el 30,8%.

Se encontró diferencias en los estratos del factor “consumo de bebidas alcohólicas”, el riesgo de tener anemia en las personas expuestas a arsénico y que además consumen licor fue (OR=7,87) mientras que los expuestos a arsénico y quienes no tienen esa práctica, la probabilidad fue OR=1,42. Al estandarizar se observó que el factor “consumo de bebidas alcohólicas” estaba potencial el riesgo de tener anemia asociado al consumo de agua con arsénico, porque la OR<sub>MH</sub> (1,76) fue menor respecto a la OR cruda (1,8).

#### **4.12.5. Lesiones en la piel y sus factores de riesgo**

En esta sección se analizó el riesgo de presentar hiperpigmentación, hipopigmentación y queratosis.

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por hipopigmentación y exposición a arsénico por el consumo de agua.

**Cuadro 16:** Análisis estratificado del riesgo por hipopigmentación y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day
Edad	Menores de 10 años	4,3 <sup>*†</sup>	1,02-18,07	0,038 <sup>a b</sup>	1,48 IC (0,93-2,33)	1,62*	1,02-2,58	0,258
	De 10 a 39 años	1,73 <sup>†</sup>	0,95-3,16	0,074				
	De 40 a 69 años	0,69	0,22-2,17	0,710 <sup>a</sup>				
	70 ó más años	2,03 <sup>†</sup>	0,40-10,38	0,684 <sup>a</sup>				
Sexo	Mujer	1,40	0,69-2,85	0,348		1,49	0,94-2,35	0,833
	Hombre	1,55 <sup>†</sup>	0,85-2,82	0,149				
Ocupación	No agricultura	1,29	0,75-2,24	0,360		1,34	0,84-2,14	0,807
	Agricultura	1,47	0,61-3,55	0,391				
Exposición agroquímicos	No	1,65 <sup>†</sup>	0,93-2,92	0,087		1,37	0,86-2,19	0,316
	Sí	0,99	0,44-2,21	0,979				
Hábito de fumado	No	1,42	0,88-2,30	0,153		1,50	0,95-2,38	0,444
	Sí	2,78 <sup>†</sup>	0,53-14,43	0,413 <sup>a</sup>				
Consumo bebidas alcohólicas	No	1,40	0,83-2,36	0,212	1,45	0,91-2,31	0,757	
	Sí	1,67 <sup>†</sup>	0,61-4,53	0,317				
Antecedente familiar	No	1,59 <sup>†</sup>	0,98-2,57	0,057	1,46	0,92-2,29	0,210	
	Sí	0,69	0,16-3,05	0,904 <sup>a</sup>				

(\*) Significativo estadísticamente

(†) Incremento en la OR estratificada con respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(<sup>b</sup>) Valor p de una cola

Fuente: Elaboración propia, 2013

En relación al factor "edad", se observó diferencia entre los estratos de edad, el mayor riesgo de tener manchas en la piel o hipopigmentación se encontró con significancia estadística para las personas expuestas a arsénico y que tienen menos de 10 años (OR=4,3), seguido del estrato de adultos mayores de 70 ó más años (OR=2,03), la probabilidad de los de 10 a 39 años fue 1,73. Finalmente la asociación cambió para las personas entre 40 y 69 años (OR=0,69) en las cuales no se observó exceso de riesgo.

En un área altamente afectada del Zapote en Nicaragua, se registraron clínicamente elevadísimos excesos de riesgo de pigmentaciones en menores de 15 años ( $OR=110,05$ ) y en mayores de 15 años  $OR=65,07$  los cuales tuvieron una alta exposición (consumieron durante dos años concentraciones promedio de  $1320 \mu\text{g/L}$  de arsénico), esos datos en relación al grupo de baja exposición, los cuales estuvieron expuestos a menos de  $66 \mu\text{g/L}$  de arsénico a través del agua para consumo (Gómez, 2002).

En Argentina, en Santiago del Estero observaron que el 14% ( $N=31$ ) de las personas evaluadas ( $N=187$ ) tenían manifestaciones de piel conocidas como HACRE, del porcentaje afectado el 4% eran menores de 15 años ( $N=4$ ) (CONAPRIS, y otros, 2006).

Respecto al riesgo observado en las personas adultas mayores, en Mongolia interior, encontraron que el promedio de edad de las personas con lesiones en piel (para la queratosis 42,5 años y en las pigmentaciones 52,4 años) fue mayor respecto a la edad promedio de las personas sin lesiones en la piel (37,6 años). En el área analizada de esa investigación, las personas estaban expuestas a más de  $50 \mu\text{g/L}$  hasta  $1354 \mu\text{g/L}$  (Guo, Liu, Huang, & You, 2006).

Se observó diferencia en relación al factor “sexo”, de los expuestos a arsénico la probabilidad reportada de tener hipopigmentación en los hombres fue mayor ( $OR=1,55$ ), mientras que en las mujeres el riesgo fue  $OR=1,40$ . Al estandarizar se observa que el valor de la  $OR_{MH}$  (1,49) es muy similar a la  $OR$  cruda (1,48), por lo cual se considera que el “sexo” no está siendo un factor confusor.

En relación a la tendencia de las pigmentaciones también se encontró consistencia, ellos encontraron mayor prevalencia en los hombres  $OR=120,79$  y para las mujeres fue  $OR=59,97$  (Gómez, 2002). A pesar de las diferencias encontradas en cuanto a la magnitud del riesgo respecto a la presente investigación, se encontró consistencia en la tendencia de mayor riesgo en los varones para el caso de la hipopigmentación.

Respecto a la “ocupación” se encontró mayor riesgo para las personas que se dedican a la agricultura y están expuestas a arsénico ( $OR=1,47$ ) en comparación con las que tienen otros oficios ( $OR=1,29$ ). La “ocupación” estaba potenciando el riesgo de tener hipopigmentación asociado a la exposición a arsénico, porque al estandarizar la  $OR_{MH}$  (1,34) fue menor a la  $OR$  cruda (1,48). El mayor riesgo de hipopigmentación encontrado para las personas expuestas a arsénico y además se dedican a la agricultura, en comparación con los que tienen otros



oficios, podría estar relacionado con la modificación del riesgo de lesiones en piel por la exposición al sol y a arsénico (Chen, y otros, 2006).

Se encontró diferencia entre los estratos del factor “exposición a agroquímicos”, cambió la asociación, es decir, no se observó exceso de riesgo en las personas que se exponen a esas sustancias y también a arsénico ( $OR=0,99$ ), mientras que la probabilidad de tener hipopigmentación en los no expuestos a agroquímicos fue 1,65. Estos datos difieren de lo expuesto por Chen y otros (2006) en donde sí observaron mayor riesgo de lesiones en la piel en los expuestos a arsénico y además se exponen a agroquímicos.

Se obtuvo del factor “hábito de fumado” que las personas expuestas a arsénico y además fuman tienen mayor riesgo de tener hipopigmentación ( $OR=2,78$ ) mientras que la probabilidad en quienes no lo hacen fue  $OR= 1,42$ . El fumado estaba atenuando el riesgo de tener hipopigmentación asociado a la exposición a arsénico, porque al estandarizar la  $OR_{MH}$  (1,50) fue mayor en relación a la  $OR$  cruda (1,48), cuando se controló el riesgo fue más evidente.

Chen y otros (2006) encontraron un aparente efecto sinérgico entre altos niveles de exposición a arsénico y el fumado en hombres relacionado al riesgo de tener lesiones en la piel. Encontraron que el 37% de los casos se atribuye al efecto sinérgico de esas dos exposiciones. El riesgo aumentó en los hombres que reportaron excesiva exposición al sol y que habían utilizado fertilizantes, la tendencia fue similar pero débil para las mujeres con respecto al fumado y la exposición a fertilizantes. Se encontró coincidencia en ese estudio en relación a que se observó mayor riesgo de hipopigmentación en las personas fumadoras.

Del mismo modo, en Mongolia interior observaron en las personas expuestas a arsénico y además fumadoras un mayor porcentaje de lesiones en la piel (44,5%) mientras que un 32,1% de los que tenían ese hábito no presentaron esos padecimientos (Guo, y otros, 2006).

De acuerdo a la variable “consumo de bebidas alcohólicas” se observó que las personas que están expuestas a arsénico y además son tomadoras tienen mayor riesgo de tener hipopigmentación ( $OR=1,67$ ) mientras que el riesgo para quienes no toman fue 1,40. Cuando se estandarizó se encontró que ese factor estaba potenciando el riesgo, porque la  $OR_{MH}$  fue menor (1,45) respecto a la  $OR$  cruda (1,48).

Las personas expuestas a arsénico y sin antecedentes familiares de enfermedades de la piel tienen mayor riesgo de padecer manchas blancas ( $OR=1,59$ ), mientras que para quienes sí

tienen antecedentes familiares, la magnitud del riesgo cambió, no se observó en ellos exceso de riesgo (0,69).

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por hiperpigmentación y exposición a arsénico por el consumo de agua.

**Cuadro 17:** Análisis estratificado del riesgo por hiperpigmentación y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day
Edad	Menores de 10 años	-	-	-	0,4* IC (0,16-0,96)	0,47	0,19-1,16	-
	De 10 a 39 años	1,29 <sup>†</sup>	0,42-3,94	0,879 <sup>a</sup>				
	De 40 a 69 años	-	-	-				
	70 ó más años	0,36	0,04-3,29	0,623 <sup>a</sup>				
Sexo	Mujer	0,45	0,15-1,35	0,218 <sup>a</sup>		0,41	0,17-1,00	0,787
	Hombre	0,35	0,08-1,58	0,258 <sup>a</sup>				
Ocupación	No agricultura	0,39	0,13-1,12	0,108 <sup>a</sup>		0,36*	0,15-0,89	0,842
	Agricultura	0,32	0,06-1,59	0,265 <sup>a</sup>				
Exposición agroquímicos	No	0,53	0,20-1,42	0,287 <sup>a</sup>		0,34*	0,13-0,87	-
	Sí	-	-	-				
Hábito de fumado	No	0,46	0,19-1,13	0,083		0,42	0,18-1,03	-
	Sí	-	-	-				
Consumo bebidas alcohólicas	No	0,49	0,20-1,21	0,114		0,42	0,17-1,01	-
	Sí	-	-	-				
Antecedente familiar	No	0,48	0,19-1,17	0,098	0,40*	0,16-0,95	-	
	Sí	-	-	-				

(\*) Significativo estadísticamente

(<sup>†</sup>) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

Respecto al factor "edad" se tiene limitada capacidad de explicar, debido a que cuando se estratificó el riesgo en las personas de los estratos en menores de 10 años y de 40 a 69 años

fue indefinido. Sin embargo, se observó un cambio en la asociación en las personas del estrato de 10 a 39 años, respecto al análisis simple. El riesgo de tener hiperpigmentación en los expuestos a arsénico y además pertenecientes a ese rango de edad fue 1,29.

En un reporte de lesiones en la piel en Bangladesh donde mencionan una exposición promedio de 144,4 µg/L de arsénico (con datos que oscilan hasta 4727 µg/L), describen los datos brutos de afectación según sexo y edad, en donde se muestra la afectación en las edades antes mencionadas (Abul Hasnat & Mahfuzar, 1999).

En cuanto a los factores “sexo” y “ocupación” todos los estratos mantienen la tendencia del análisis simple, no se observaron excesos de riesgo. Al estandarizar, en ambos factores el riesgo se mantiene con significancia estadística y valores muy similares en relación a la OR cruda.

Se encontró diferencia con la investigación clínica de El Zapote en Nicaragua, respecto a la hiperpigmentación debido a que en la estratificación por sexo, no se encontraron excesos de riesgo, así como en la mayoría de las personas de los estratos en cada factor analizado (Gómez, 2002).

Respecto a las variables “hábito de fumado”, “consumo de bebidas alcohólicas”, “exposición a agroquímicos” y “antecedentes familiares de enfermedades de la piel”; se tiene limitada capacidad para explicar el riesgo, porque los estratos con esas características fueron indefinidos. Sin embargo, en las personas expuestas a arsénico y además no fuman, no consumen alcohol, no se exponen a agroquímicos y no tienen antecedentes familiares de enfermedades de la piel, se mantiene la tendencia del análisis simple sin excesos de riesgo. Al estandarizar en esas últimas dos variables se encontró significancia estadística.

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por queratosis y exposición a arsénico por el consumo de agua:

**Cuadro 18:** Análisis estratificado del riesgo por queratosis y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day
Edad	Menores de 10 años	-	-	-	2,23 IC (0,71-6,99)	2,63	0,82-8,45	-
	De 10 a 39 años	0,74	0,08-7,17	0,780 <sup>a</sup>				
	De 40 a 69 años	12,63 <sup>*†</sup>	1,45-110,4	0,014 <sup>a</sup>				
	70 ó más años	-	-	-				
Sexo	Mujer	2,44 <sup>†</sup>	0,60-9,95	0,371 <sup>a</sup>		2,32	0,74-7,28	0,902
	Hombre	2,1	0,29-15,09	0,828 <sup>a</sup>				
Ocupación	No agricultura	1,90	0,42-8,57	0,671 <sup>a</sup>		2,37	0,69-8,14	0,655
	Agricultura	3,55 <sup>†</sup>	0,36-35,06	0,522 <sup>a</sup>				
Exposición agroquímicos	No	3,07 <sup>†</sup>	0,81-11,59	0,171 <sup>a</sup>		2,22	0,71-6,92	0,372
	Sí	0,87	0,08-9,82	0,620 <sup>a</sup>				
Hábito de fumado	No	2,95 <sup>†</sup>	0,89-9,78	0,129 <sup>a</sup>		2,27	0,73-7,01	-
	Sí	-	-	-				
Consumo bebidas alcohólicas	No	2,44 <sup>†</sup>	0,70-8,51	0,278 <sup>a</sup>		2,27	0,73-7,13	0,803
	Sí	1,65	0,01-27,2	0,701 <sup>a</sup>				
Antecedente familiar	No	1,85	0,56-6,14	0,485 <sup>a</sup>	2,22	0,71-6,96	-	
	Sí	-	-	-				

(\*) Significativo estadísticamente

(†) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

Al estratificar por el factor "edad" se observó que las personas expuestas a arsénico y pertenecientes al estrato de 40 a 69 años, tienen un riesgo de tener queratosis de OR=12, 63 con significancia estadística. Se observó un cambio en la asociación para las personas de 10 a 39 años, es decir que en éstos no se observó exceso de riesgo y en los demás estratos el riesgo no se logró definir.

Respecto al elevado riesgo de queratosis, en las personas expuestas a arsénico del estrato de 40 a 69 se considera que podría estar relacionado con el tiempo de exposición.

En relación al factor “sexo”, de los expuestos a arsénico se observó que las mujeres tienen mayor riesgo de tener queratosis (OR=2,44), mientras que la probabilidad en los varones fue 2,1. Al estratificar, se observó que la variable “sexo” estaba atenuando el riesgo de padecer queratosis respecto a la exposición a arsénico, porque la  $OR_{MH}$  (2,32) fue mayor en comparación con la OR cruda (2,23).

Se encontró consistencia con los datos observados en el estudio del área con arsenicismo del Zapote en Nicaragua en cuanto a que la mayor prevalencia de queratosis fue observada en mujeres, la OR para ellas fue de 59,97 y en hombres 38,68 (Gómez, 2002). Los riesgos encontrados en la presente investigación fueron muy inferiores en comparación con las magnitudes antes mencionadas y con poca diferencia por sexo, sin embargo fue mayor para las mujeres. Lo cual es evidente, debido a que los niveles de exposición a arsénico son inferiores a los de Nicaragua.

Sin embargo, en Bengala Occidental Guha Mazumber y otros (1998) encontraron mayor prevalencia tanto de hiperpigmentación como queratosis en los hombres, de acuerdo al aumento en la exposición a arsénico en el agua de consumo.

Respecto a la variable “ocupación”, se observó diferencia en la magnitud del riesgo en las personas expuestas a arsénico y que además se dedican a la agricultura, las cuales presentaron mayor riesgo de tener queratosis (OR=3,55), en comparación con quienes se dedican a otros oficios (OR=1,90). Al comparar el riesgo del análisis simple (OR =2,23) con la ponderación del riesgo de los estratos según la ocupación la  $OR_{MH}$  fue 2,37, con lo cual se puede decir que ese factor estaba atenuando el efecto de la exposición a arsénico. Estos datos se apoyan en los resultados obtenidos por Chen, y otros, (2006) en donde observaron que las personas con exposición a arsénico y además trabajan la agricultura tienen más riesgo de lesiones en la piel.

Respecto a la “exposición a agroquímicos”, se encontró diferencia entre los estratos, para las personas expuestas a arsénico y además a agroquímicos cambió la asociación, es decir no presentaron exceso de riesgo OR=0,87, mientras que en los no expuestos a agroquímicos el riesgo fue OR=3,07. Estos datos difieren de lo que encontraron Chen, y otros, (2006) de mayor riesgo de lesiones en la piel en los expuestos a arsénico y además a agroquímicos, en donde las personas con esas características de exposición entre 28,1 a 113,0  $\mu\text{g/L}$  de arsénico el riesgo fue 1,0 mientras que los expuestos de 113,1  $\mu\text{g/L}$  a 864,0  $\mu\text{g/L}$  el riesgo fue 1,3.

De acuerdo al factor “consumo de bebidas alcohólicas”, de los expuestos a arsénico se observó mayor riesgo en los no tomadores ( $OR=2,44$ ), en comparación con los que sí lo hacen ( $OR=1,65$ ). Al estandarizar el valor de la  $OR_{MH}$  ( $2,27$ ) fue muy similar a la  $OR$  cruda ( $2,23$ ), podría decirse que este factor estaba atenuando el riesgo y al controlarlo fue más evidente.

Respecto al factor “hábito de fumado” y “antecedentes familiares de enfermedades de la piel”, se tiene limitada capacidad para comprender el efecto de esos factores en el riesgo de tener queratosis asociada al consumo de agua con arsénico, porque los estratos sin esas características fueron indefinidos. Sin embargo se encontró, que las personas expuestas a arsénico y además fumadoras, así como los que tienen antecedentes familiares presentaron excesos de riesgo ( $OR=2,95$  y  $1,85$  respectivamente).

#### **4.12.6. Disminución de la visión y sus factores de riesgo**

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por disminución de la visión y exposición a arsénico por el consumo de agua.

**Cuadro 19:** Análisis estratificado del riesgo por disminución de la visión y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day
Edad	Menores de 10 años	-	-	-	1,24 IC (0,87-1,79)	1,60*	1,06-2,42	-
	De 10 a 39 años	1,65 <sup>†</sup>	0,88-3,10	0,119				
	De 40 a 69 años	1,61 <sup>†</sup>	0,90-2,89	0,111				
	70 ó más años	1,77 <sup>†</sup>	0,36-8,54	0,750 <sup>a</sup>				
Sexo	Mujer	1,63 <sup>*†</sup>	1,01-2,64	0,045		1,30	0,90-1,87	0,161
	Hombre	0,96	0,54-1,69	0,883				
Ocupación	No agricultura	1,25 <sup>†</sup>	0,83-1,87	0,293		1,23	0,85-1,78	0,913
	Agricultura	1,18	0,51-2,74	0,699				
Exposición agroquímicos	No	1,21	0,78-1,86	0,399		1,08	0,75-1,57	0,360
	Sí	0,82	0,41-1,65	0,581				
Hábito de fumado	No	1,34 <sup>†</sup>	0,92-1,97	0,131	1,28	0,88-1,84	0,352	
	Sí	0,68	0,17-2,71	0,837 <sup>a</sup>				
Consumo bebidas alcohólicas	No	1,33 <sup>†</sup>	0,89-1,98	0,166	1,22	0,84-1,76	0,318	
	Sí	0,8	0,32-1,99	0,632				

(\*) Significativo estadísticamente

(<sup>†</sup>) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

Respecto al factor "edad", se observó diferencia en el riesgo de tener disminución de la visión entre las personas expuestas a arsénico de acuerdo a los estratos de edad, la mayor probabilidad fue para los de 70 ó más años (OR=1,77), mientras que los de 10 a 39 años el riesgo fue 1,65, finalmente la probabilidad para las personas que tenían entre 40 a 69 años fue 1,61. El estrato de las personas menores de 10 años fue indefinido.

En Bamen en la región de Mongolia interior, desarrollaron una investigación para evaluar los efectos neurosensoriales por exposición crónica a arsénico en el agua de consumo, la población expuesta fue clasificada en baja (20 µg/L), media (100 µg/L a 300 µg/L) y alta (400

$\mu\text{g/L}$  a  $700 \mu\text{g/L}$ ). Los autores observaron que los resultados de pruebas de sensibilidad al contraste visual, disminuyeron conforme se incrementaba la edad (Otto, y otros, 2006). Lo cual es consistente con los datos encontrados sobre el mayor riesgo en los expuestos y además del estrato de mayor edad, no obstante, los autores no encontraron relación con los niveles de exposición a arsénico y los resultados de las pruebas de función visual aplicadas.

De acuerdo a la estratificación por "sexo" se observó que de los expuestos a arsénico, las mujeres presentaron un mayor exceso de riesgo de disminución de la visión con significancia estadística y alta precisión ( $\text{OR}=1,63$ ), mientras que en los hombres la asociación cambió, la probabilidad fue  $0,96$ .

En cuanto a la variable "ocupación" se observó mayor riesgo de tener disminución de la visión de los expuestos a arsénico y además se dedican a un oficio diferente de la agricultura ( $\text{OR}=1,25$ ) mientras que para los que se dedican a ella el riesgo fue  $1,18$ . Al estandarizar el valor de la  $\text{OR}_{\text{MH}}$  ( $1,23$ ) fue muy similar a la OR cruda ( $1,24$ ) por lo cual se considera que la ocupación no está siendo un factor confusor.

Se observó diferencia en la estratificación por la "exposición a agroquímicos" y se encontró menor riesgo para las personas expuestas a arsénico y sin exposición a esas sustancias ( $\text{OR}=1,21$ ) mientras que la asociación de los que sí reportaron esa condición cambió, no presentaron exceso de riesgo  $\text{OR}=0,82$ .

Lo mismo ocurrió respecto a los factores "hábito de fumado" y "consumo de bebidas alcohólicas", las personas expuestas a arsénico y además sin esas características presentaron mayor riesgo de tener disminución de la visión, mientras que la asociación cambió para los fumadores y quienes consumen bebidas alcohólicas, en los cuales no se observó exceso de riesgo.

#### **4.12.7. Depresión y sus factores de riesgo**

A continuación se presenta el análisis estratificado del riesgo por depresión y exposición a arsénico por el consumo de agua.



**Cuadro 20:** Análisis estratificado del riesgo por depresión y exposición a arsénico por el consumo de agua

Factor de riesgo	Estratos	OR por estrato	IC por estrato	P por estrato	OR cruda IC	OR <sub>MH</sub>	IC de OR <sub>MH</sub>	P Breslo-Day
Edad	Menores de 10 años	-	-	-	0,73 IC (0,37-1,42)	0,80	0,41-1,59	-
	De 10 a 39 años	1,05 <sup>†</sup>	0,36-3,09	0,846 <sup>a</sup>				
	De 40 a 69 años	0,68	0,26-1,77	0,428				
	Mayores de 70 años	1,11 <sup>†</sup>	0,11-11,49	0,599 <sup>a</sup>				
Sexo	Femenino	0,65	0,27-1,54	0,324		0,76	0,39-1,48	0,559
	Masculino	0,98	0,33-2,88	0,814 <sup>a</sup>				
Ocupación	No agricultura	0,58	0,26-1,27	0,167		0,74	0,37-1,46	0,133
	Agricultura	2,48 <sup>†</sup>	0,44-14,06	0,524 <sup>a</sup>				
Exposición agroquímicos	No	0,45	0,17-1,19	0,147 <sup>a</sup>		0,64	0,32-1,29	0,235
	Sí	1,08 <sup>†</sup>	0,37-3,11	0,893				
Hábito de fumado	No	0,77	0,38-1,54	0,459		0,71	0,36-1,42	-
	Sí	-	-	-				
Consumo bebidas alcohólicas	No	0,60	0,28-1,27	0,175	0,70	0,35-1,41	0,154	
	Sí	3,82 <sup>†</sup>	0,33-43,67	0,590 <sup>a</sup>				
Antecedente familiar	No	0,74	0,38-1,45	0,382	0,74	0,38-1,45	-	
	Sí	-	-	-				

(<sup>†</sup>) Incremento en la OR estratificada respecto a la OR cruda obtenida del análisis simple

(<sup>a</sup>) Corrección de Yates

(-) Indefinido

Fuente: Elaboración propia, 2013

Respecto a la variable "edad" se encontró un cambio de asociación, respecto al análisis simple en donde no se observó exceso de riesgo. En las personas expuestas a arsénico y además pertenecen al estrato de 70 ó más años el riesgo de tener depresión fue OR=1,11 también se obtuvo una débil asociación en los de 10 a 39 años (OR=1,05). Mientras que para las personas del estrato entre 40 a 69 años se mantuvo la asociación sin exceso de riesgo del análisis simple (OR=0,68) finalmente el estrato de los menores de 10 años fue indefinido.

En la investigación desarrollada en Wisconsin, se observó exceso de riesgo de padecer depresión con significancia estadística por exposición crónica en personas con 20 ó más

años expuestas a arsénico a bajas concentraciones (entre 2 µg/L y 10 µg/L) con respecto a los expuestos a menos de 2µg/L de arsénico y adultos de 35 ó más años (Zierold, y otros, 2004). Lo cual es consistente con los datos encontrados en la presente investigación sobre el exceso de riesgo de enfermar en personas expuestas a arsénico por el consumo de agua con arsénico y que además pertenecen al estrato de mayor edad de 70 ó más años.

De acuerdo a la variable “sexo” tanto en hombres como mujeres expuestas arsénico se mantuvo la tendencia del análisis simple, es decir no se observó exceso de riesgo de tener depresión. Del mismo modo, al estandarizar, el valor de la  $OR_{MH}$  (0,76) fue similar con respecto a la OR cruda (0,73), ambos por debajo del valor 1,00.

Se observó también un cambio de asociación, es decir riesgo de tener depresión, en las personas expuestas a arsénico por el consumo de agua y además se dedican a la agricultura (OR=2,48), se exponen a agroquímicos (OR=1,08) y consumen bebidas alcohólicas (OR=3,82) en comparación con las personas que se dedican a otras ocupaciones, no se exponen a agroquímicos, y no son tomadores en las cuales la tendencia se mantuvo sin excesos de riesgo (OR=0,58, OR=0,45 y OR=0,60 respectivamente).

Se ha evidenciado en múltiples estudios los efectos relacionados del detrimento de la salud mental, como la depresión y suicidios en personas expuestas a pesticidas (Freire & Koifman, 2013). Los datos encontrados en esta investigación en personas expuestas a arsénico en por el consumo de agua y además que se dedican a la agricultura y se exponen a agroquímicos, podría sugerir un efecto sinérgico de los elementos antes mencionados.

Respecto al “hábito de fumado” y “antecedentes familiares”, no se tiene la capacidad de explicar completamente, el efecto de estas variables en la relación de tener depresión asociado a la exposición a arsénico debido a que la OR de los fumadores y de quienes tienen antecedentes familiares de ese padecimiento fue indefinida, sin embargo en las personas expuestas a arsénico, sin antecedentes familiares y en las que no fuman; se mantiene la asociación observada del análisis simple, sin exceso de riesgo de padecer depresión.

#### 4.13. Análisis Multivariado

En esta sección se realiza un análisis en el cual se incluyó en una ecuación simultáneamente las variables independientes que se considera interactúan en el proceso de enfermar. Este tipo de análisis permite con mayor validez, respecto al análisis simple y estratificado, acercarse a lo que ocurre en la realidad, controlando simultáneamente la relación de los factores a los cuales están expuestas las personas, en este caso a arsénico y las condiciones de susceptibilidad a enfermar de cada persona.

La información se presenta en cuadros, la primera columna contiene las variables independientes, en la segunda columna se encuentra el indicador de riesgo Odds ratio, se interpreta que cuando es mayor al valor de 1,00 la variable independiente constituye un factor de riesgo y el dato de la magnitud del riesgo indica el peso que tiene esa variable en el proceso de enfermar luego de controlar las interacciones con los otros factores. En una tercera columna se presenta el intervalo de confianza, rango en que oscila el indicador de riesgo, a través de los límites inferior y superior respectivamente y en la cuarta columna se presenta el valor de p, el cual es significativo cuando es menor a 0,05.

Las variables dependientes son los síntomas y enfermedades estudiadas, para esta sección se analizaron las siguientes: enfermedades de los riñones, Insuficiencia Renal, hipertensión y diabetes, así como los síntomas que se mencionan a continuación: anemia, hipopigmentación, hiperpigmentación, queratosis, disminución de la visión y depresión. Se codificaron con 0 cuando no se reportó tenerlo y 1 cuando sí.

Las variables independientes se codificaron de la siguiente manera:

- La Localidad: 0 No expuesta (San Miguel) y 1 Expuesta (Barrio Hotel de Cañas).
- La variable de tiempo de exposición a arsénico, se refiere a los años que las personas consumieron agua de la ASADA de la comunidad expuesta o de pozo artesanal de esa zona, así como de otros lugares con datos de contaminación.
- La edad se codificó en orden ascendente, porque se considera que conforme aumenta la edad el riesgo es mayor. 1 menores de 10 años, 2 de 10 a 19 años, 3 de 20 a 29 años, 4 de 30 a 39 años, 5 de 40 a 49 años, 6 de 50 a 59 años, 7 de 60 a 69 años, 8 de 70 ó más.

Para las enfermedades de los riñones e Insuficiencia Renal, se considera que los menores de 10 años y los de 70 ó más años, tienen mayor susceptibilidad de enfermar, por lo cual se re codificó en la base de datos uniendo estos dos grupos de edades y asignándole el mayor nivel de riesgo. De la siguiente manera: 1 de 20 a 29 años, 2 de 30 a 39 años, 4 de 50 a 59 años, 5 de 60 a 60 años, 6 de 10 a 19 años y 7 menores de 10 años y más de 70 años.

- El sexo se codificó 1 mujer, 2 hombre
- La escolaridad se codificó: 0 universitaria, 1 secundaria completa, 2 secundaria incompleta, 3 primaria completa, 4 primaria incompleta.
- El consumo de bebidas alcohólicas, la exposición a agroquímicos y los antecedentes familiares, se codificaron con 1 los que tienen esas características y 0 lo que no.
- La ocupación se re codificó de la siguiente manera: 0 obrero, profesional, independiente y comerciante, 1 estudiante, 2 oficios domiciliarios, 3 desempleado y pensionado, 4 Agricultor, cañero, dedicado a otro producto agrícola y peón.

#### **4.13.1. Riesgo de presentar enfermedades de los riñones**

A continuación se presenta la información del análisis multivariado de enfermedades de los riñones:

**Cuadro 21:** Análisis multivariado de enfermedades de los riñones

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	1,37	0,49 – 3,81	0,546
Tiempo de exposición a arsénico	1,03	0,99 - 1,06	0,147
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	1,21	0,70 - 2,08	0,486
Edad menores de 10 años y 70 ó más años	1,08	0,85 - 1,39	0,517
Sexo masculino	0,45	0,16 - 1,31	0,143
Escolaridad primaria incompleta	0,96	0,61 - 1,48	0,84
Consumo de bebidas alcohólicas	1,49	0,44 - 5,10	0,522
Tener como ocupación la agricultura	1,50	0,96 - 2,37	0,74
Exposición a agroquímicos	1,20	0,39 - 3,69	0,747
Antecedentes familiares de enfermedades de los riñones	5,93	0,59 - 60,06	0,132
Diabetes	2,89	0,79 - 10,55	0,108

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior se encontró que luego de controlar las interacciones entre los diferentes factores, el vivir en la CE, representa 1,37 veces más riesgo de tener enfermedades de los riñones, lo cual sugiere una relación de la exposición a arsénico y el riesgo de tener padecimientos renales. De igual forma se observó una débil asociación (1,03 con alta precisión) en relación al tiempo de exposición a arsénico, quiere decir que conforme es mayor el riesgo aumenta.

Se encontraron también como factores de riesgo por tener la OR mayor a 1,00: el consumo de alcohol, ingerir más de un litro y medio diaria de agua, la exposición a agroquímicos, tener diabetes, tener antecedentes familiares de enfermedades de los riñones, pertenecer al grupo etario de los menores de 10 años y los de 70 ó más años (débil asociación 1,08) y trabajar en la agricultura, las últimas dos variables con alta precisión.

El ser hombre no se encontró como un factor de riesgo de padecer enfermedades de los riñones, por tener un valor de OR menor a 1,00. Tampoco surgió como factor de riesgo el tener baja escolaridad, con alta precisión.

En el estudio desarrollado en Changhua, Taiwán, señalan que en personas con arsénico total en orina mayor a 75 µg/g creatinina, el riesgo de tener indicadores de daño renal tubular y glomerular (microglobulina beta dos y la tasa estimada de filtración glomerular respectivamente) fue el doble en comparación con quienes tenían una concentración de arsénico en orina igual o menor de 35 µg/g creatinina. Controlando los posibles confusores de edad, sexo, área de residencia, hábito de fumado, diabetes, hipertensión, así como cadmio, plomo y níquel en orina (Chen, y otros, 2011).

Los datos mencionados anteriormente sugieren una relación de la exposición a arsénico con el daño renal, lo cual sustenta los siguientes factores de riesgo encontrados en la presente investigación de padecer enfermedades de los riñones: vivir en la comunidad expuesta, el tiempo de exposición a arsénico (se encontró baja asociación) y la ingesta diaria de agua, elementos relacionados con la exposición crónica.

Específicamente respecto al factor ingesta diaria de agua, se encontró consistencia con lo observado por Sanoff, y otros (2010) en Nicaragua en donde en el análisis multivariado, observaron que quienes consumían 5 litros diarios ó más de agua, tenían OR=3,58 (IC 1,52-4,46) más riesgo de tener niveles inferiores de 60 mL/min/ 1,73 m<sup>2</sup> en la estimación de la tasa de filtración glomerular, en comparación con quienes tomaban un litro diario de agua con significancia estadística p=0,0035, en ese análisis se consideran la edad, sexo, hipertensión, diabetes, antecedentes familiares de enfermedad renal en etapa terminal, índice de masa corporal entre otros. A pesar que en el presente trabajo se preguntaron menores cantidades de agua (el valor máximo consultado fue litro y medio) y es cercano al valor que utilizan en esa investigación como referencia (un litro), los autores observaron un aumento del riesgo de menor estimación en la tasa de filtración glomerular respecto al incremento del consumo de agua, lo cual apoya los datos encontrados de la ingesta diaria de agua (1,21) y se interpreta de manera que entre mayor cantidad se ingiere el riesgo aumenta.

En el trabajo desarrollado en Querétaro, México observaron que las personas de edad mayor a 50 años y residir en un área rural, fueron los mayores factores de riesgo asociados a la presencia de arsénico en orina de más de 15 µg/g de creatinina. Así como también encontraron una asociación estadísticamente significativa en del indicador de daño tubular renal temprano α1- microglobulina con las concentraciones de arsénico en orina (Robles-Osorio, y otros, 2012).

Esos datos apoyan los resultados sobre la variable edad que surgió como factor de riesgo, en donde los adultos mayores presentan mayor susceptibilidad a enfermar. De igual forma en los niños, según se observó la reducción del tamaño de los riñones en menores de 15 años en el estudio clínico del área contaminada con arsénico en el Zapote respecto a los mayores de esa edad (Gómez, 2002).

Respecto a la ocupación, la cual surgió como un factor de riesgo de tener enfermedades de los riñones asociado a la exposición a arsénico, en un reporte de la OMS sobre la situación de IRC en la Provincia Central del Norte y la Provincia Uva en Sri Lanka, isla ubicada al sureste de la India; observaron que de 496 casos, en el 63% de los pacientes se observó una concentración de arsénico total en orina mayor a 21  $\mu\text{g/g}$  de creatinina. Según mencionan a esa concentración se ha mostrado daño en el tejido del riñón el cual podría ocasionar IRC; así como que el principal riesgo de esa enfermedad lo tienen los varones mayores de 40 años dedicados por más de 10 años a la agricultura (Mendis, 2012). Se encontró coherencia con los datos antes mencionados en cuanto a la ocupación, sin embargo se difiere de lo observado respecto al sexo, porque en la presente investigación del análisis multivariado no se observó el ser hombre como un factor de riesgo de padecer enfermedades de los riñones asociado al arsénico. No obstante, específicamente respecto a la IR, la tendencia fue diferente como se observa en el Cuadro 22.

En la presente investigación el tener padres, abuelos o bisabuelos con enfermedades de los riñones surgió como la variable de mayor riesgo para tener esos padecimientos  $\text{OR}=5,93$  asociado al consumo de agua con arsénico. En relación a lo anterior, como se mencionó en el análisis estratificado Sanoff, y otros (2010) observaron que quienes tenían antecedentes familiares de enfermedad renal en fase terminal presentaron mayor riesgo de tener menos de  $60 \text{ mL/min/ } 1,73 \text{ m}^2$  en la estimación de la tasa de filtración glomerular.

Del mismo modo, el ser diabético surgió como un elevado factor de riesgo  $\text{OR}=2,89$  lo cual es consistente en la revisión de Andra, Makris, Christophi, & Ettinger (2013), en la cual encontraron una asociación con los datos de bioindicadores relacionados a diabetes mellitus tipo 2 y sus complicaciones (que incluye el daño renal) con los bio indicadores urinarios de exposición a arsénico.

#### 4.13.1.1. Riesgo de presentar Insuficiencia Renal

A continuación se presenta la información del análisis multivariado de Insuficiencia Renal:

**Cuadro 22:** Análisis multivariado de Insuficiencia Renal

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	0,87	0,17 -4,40	0,869
Tiempo de exposición a arsénico	1,01	0,96 -1,07	0,706
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	0,75	0,35 - 1,60	0,458
Edad menor de 10 años y 70 ó más años	0,77	0,53 -1,12	0,169
Sexo masculino	2,76	0,58 -13,14	0,202
Escolaridad primaria incompleta	1,73	0,75 -3,99	0,200
Consumo de bebidas alcohólicas	0,00	0,00 - indefinido	0,997
Tener como ocupación la agricultura	1,18	0,67 -2,08	0,576
Exposición a agroquímicos	0,83	0,13 - 5,19	0,841
Antecedentes familiares de enfermedades de los riñones	0,00	0,00- indefinido	0,999
Diabetes	3,08	0,47 -20,02	0,239

Fuente: Elaboración propia, 2013

Los datos del análisis multivariado de Insuficiencia Renal, son una especificación de los datos incluidos en las enfermedades de los riñones. Del cuadro anterior se observa que no se encontró como un factor de riesgo de tener ese padecimiento el vivir en la CE ni ingerir diariamente más de litro y medio de agua. Sin embargo sí surgió el tiempo de exposición a arsénico (una débil asociación 1,01 y alta precisión).

Los factores de riesgo que surgieron por tener una OR mayor a 1,00 fueron: tener diabetes con el mayor riesgo (3,08), el ser hombre, tener una baja escolaridad y trabajar en la agricultura.

Las variables que no se encontraron como factores de riesgo, por tener la OR menor a 1,00 fueron: la exposición a agroquímicos, pertenecer al grupo etario de menores de 10 años y a los mayores de 70 años (con alta precisión), el consumo de alcohol ni tener antecedentes familiares de enfermedades de los riñones.



A pesar de que en esta sección no surgió la localidad como un elemento de riesgo de tener IR, sí se observó una débil asociación con el aumento en el tiempo de exposición al contaminante, lo cual contribuye a la hipótesis de la relación de exposición a arsénico con esta enfermedad. En ese sentido, el estudio de casos y controles en Taiwán identificaron una dosis-respuesta de las concentraciones de arsénico en orina con el riesgo de padecer Insuficiencia Renal Crónica, tal como se detalló en el marco teórico (Hsueh, y otros, 2009).

En ese estudio también observaron que el riesgo de una persona diabética de tener Insuficiencia Renal Crónica fue 4,00 (IC 2,04-7,76)  $p < 0,001$  ajustado por edad y sexo (Hsueh, y otros, 2009). Esto es importante debido a que el ser diabético fue la variable que se encontró en la presente investigación como el mayor riesgo (OR= 3,08) de tener Insuficiencia Renal. Del mismo modo, se encontró relación en la exposición a arsénico con la diabetes, lo cual se observa en el Cuadro 24 que vivir en la comunidad expuesta fue la variable de mayor riesgo para enfermar de diabetes. Estos datos brindan evidencia sobre la posible asociación que podría existir entre la exposición a arsénico y el riesgo de tener diabetes, enfermedades de los riñones e Insuficiencia Renal.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación del Ingenio San Antonio, los autores observaron diferencias significativas entre categorías laborales en los biomarcadores de daño renal e IRC, por lo que consideran la ocupación como un componente relacionado a esa enfermedad (McClellan, y otros, 2012). La alta prevalencia de Insuficiencia renal Crónica en los dedicados a la caña y varones en ese estudio, es consistente con los resultados encontrados en la presente investigación en donde surge el dedicarse a la agricultura y el ser hombre como factores de riesgo para enfermar de Insuficiencia Renal.

En ese sentido, como se mencionó anteriormente también se encontró consistencia con los datos reportados por la OMS, de Sri Lanka donde la mayor población afectada son hombres dedicados a la agricultura (Mendis, 2012).

Contrariamente a lo esperado, luego del análisis multivariado no se observó la exposición a agroquímicos como un factor de riesgo específicamente para la Insuficiencia renal.

#### 4.13.2. Riesgo de presentar presión alta

A continuación se presenta la información del análisis multivariado de presión alta:

**Cuadro 23:** Análisis multivariado de presión alta

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	0,63	0,27 -1,46	0,283
Tiempo de exposición a arsénico	1,03**	1,001 - 1,059	0,043
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	1,15	0,77 -1,71	0,501
Edad adultos mayores	2,12**	1,68 -2,66	0,000
Sexo masculino	0,33*	0,15 -0,74	0,007
Escolaridad primaria incompleta	1,06	0,77 -1,48	0,709
Consumo de bebidas alcohólicas	0,94	0,28 -3,13	0,912
Tener como ocupación la agricultura	0,86	0,63 -1,16	0,327
Exposición a agroquímicos	0,47	0,18 -1,24	0,127
Antecedentes familiares de hipertensión	1,86	0,85 -4,05	0,118

(\*)Significativo estadísticamente

(\*\*) Significativo estadísticamente y preciso

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior se encontró que vivir en la CE no surgió como un factor de riesgo de tener hipertensión. Sin embargo, si se encontró como factor de riesgo con significancia estadística y alta precisión el tiempo de exposición a arsénico a través del agua para consumo humano, con una débil asociación (1,03) e ingerir diariamente más de un litro y medio de agua.

Se encontraron otras variables como factores de riesgo, por tener la OR mayor a 1,00 fueron: la edad que fue el mayor factor de riesgo, con forme aumenta también se eleva la probabilidad de tener ese padecimiento, con significancia estadística y alta precisión. Además, surgieron como factores de riesgo: el tener antecedentes familiares de hipertensión, la escolaridad, entre menor grado académico, mayor riesgo (estas últimas dos variables con alta precisión).

Las variables que no se encontraron como factores de riesgo, por tener la OR menor a 1,00 fueron: el ser hombre (con significancia estadística), consumir alcohol, la exposición a agroquímicos, ni tener como ocupación la agricultura ésta última con alta precisión.

Se han desarrollado varios estudios en los cuales se observó aumento del riesgo de hipertensión, tal es el caso de un estudio de seguimiento, en tres áreas hiperendémicas de arsénico en el agua para consumo humano y donde existía alta prevalencia de la enfermedad conocida como pie negro. Después de ajustar por edad y sexo se encontró 1,5 más riesgo en comparación con los que vivían en las áreas no endémicas (Chen, y otros, 1995). Sin embargo, en la presente investigación, la localidad no surgió como un factor de riesgo, pero si lo fue el tiempo de exposición a arsénico (con lo cual si se encontró consistencia del estudio antes mencionado) y el consumir más de litro y medio de agua elementos relacionados con la exposición a la sustancia.

No obstante, respecto a lo observado del tiempo de exposición a arsénico, el cual se encontró como factor de riesgo con significancia estadística y alta precisión de tener hipertensión. En Wuyuan un área afectada por arsénico, en Mongolia Interior, China observaron que para los que estaban expuestos a menos de 50 µg/L de arsénico (en su mayoría a 30 µg/L) por más de 30 y hasta 50 años, el riesgo de tener hipertensión fue OR= 1,45 (0,63–3,35). Mientras que quienes tenían más de 50 años expuestos, el riesgo de hipertensión fue OR= 2,95 (1,31–6,67); ajustado por edad, sexo, índice de masa corporal, consumo de alcohol y fumado en comparación con los que tenían 30 ó menos años de exposición ( $p < 0,001$ ) (Zhang, y otros, 2012). Con lo cual se observa un aumento del riesgo con forme mayor tiempo de exposición, lo cual es consistente con los datos observados en la presente investigación, a pesar que la asociación fue débil.

#### **4.13.3. Riesgo de presentar diabetes**

A continuación se presenta la información del análisis multivariado de diabetes:

**Cuadro 24:** Análisis multivariado de diabetes

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	3,50	0,89 - 13,75	0,073
Tiempo de exposición a arsénico	1,01	0,97 - 1,06	0,609
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	1,34	0,70 - 2,57	0,372
Edad adultos mayores	1,71**	1,25 - 2,34	0,001
Sexo masculino	0,51	0,16 - 1,59	0,242
Escolaridad primaria incompleta	1,49	0,80 - 2,78	0,206
Consumo de bebidas alcohólicas	0,00	0,00 - indefinido	0,997
Tener como ocupación la agricultura	1,24	0,70 - 2,16	0,458
Exposición a agroquímicos	0,91*	0,10 - 0,80	0,031
Antecedentes familiares de diabetes	0,55	0,14 - 2,16	0,387

(\*)Significativo estadísticamente

(\*\*) Significativo estadísticamente y preciso

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior se observó que la localidad, es decir el vivir en la CE tiene 3,50 veces más probabilidad de tener diabetes. De igual forma con el tiempo de exposición a arsénico (con alta precisión), con forme mayor tiempo de exposición la probabilidad de enfermarse aumenta, sin embargo la asociación fue débil (1,01) e ingerir más de litro y medio diario de agua.

Además se encontraron las siguientes variables como factores de riesgo para enfermarse de diabetes, por tener una OR mayor a 1,00: la edad (con significancia estadística y alta precisión) conforme esta aumenta el riesgo es mayor, la escolaridad, quienes tienen menor nivel académico el riesgo es mayor y dedicarse a la agricultura.

Las variables que no surgieron como factores de riesgo por tener la OR menor a 1,00 fueron: el ser hombre, la exposición a agroquímicos (con significancia estadística), el consumo de alcohol ni el tener antecedentes familiares de diabetes.

En el estudio desarrollado en Changhua, Taiwán por Chen, y otros, (2011) encontraron una OR= 2,08 en personas que tenían de arsénico total en orina más de 75 µg/g creatinina a 200 µg/g creatinina, como riesgo de tener diabetes en comparación con el grupo de referencia que tenían 35 µg/g creatinina de arsénico total excretado en orina ó menos. Ajustado por edad, sexo, lugar de residencia, fumado, hipertensión y niveles de plomo, cadmio y níquel en orina ( $p < 0,05$ ). Lo cual sustenta los datos encontrados en la presente investigación en donde se encontró que vivir en la localidad expuesta a arsénico representa el mayor factor de riesgo (OR= 3,50) de padecer de diabetes. Asimismo respecto a las variables relacionadas con la exposición como el tiempo y la ingesta diaria de agua, las cuales también surgieron como factores de riesgo de enfermar por esa enfermedad.

Respecto a la variable edad la cual se observó como factor de riesgo con significancia estadística, conforme aumenta, el riesgo es mayor. Lo anterior, coincide con los datos encontrados en Coahuila, México; los resultados del análisis multivariado reflejan a la edad como un factor de riesgo OR= 1, 04 IC 95% 1,02-1,06 controlando potenciales factores confusores (Coronado González, y otros, 2007). En ese estudio los autores incluyeron solamente a personas mayores de 30 años.

Los resultados obtenidos en esta investigación respecto al riesgo de diabetes asociado a la exposición a arsénico, en relación a la edad, coincide con los obtenidos en Taiwán, de la cohorte estudiada en áreas hiperendémicas con más de 30 años de exposición, donde observaron del análisis multivariado un riesgo relativo en la incidencia de diabetes no insulino dependiente de 1,6 (0,8-3,3) en los mayores de 55 años, respecto a los que tenían menos de esa edad (Tseng, y otros, 2000).

Sin embargo, los resultados de la presente investigación sobre antecedentes familiares, difieren de lo encontrado por los autores antes mencionados, debido a que ellos si observaron del análisis multivariado esa variable como un factor de riesgo OR=2,67 IC 95% 1,67–4,26 (Coronado González, y otros, 2007). Mientras que en este caso no se encontró tener antecedentes de diabetes como factor de riesgo OR=0,55.

#### **4.13.4. Riesgo de presentar anemia**

A continuación se presenta la información del análisis multivariado de anemia:

**Cuadro 25:** Análisis multivariado de anemia

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	3,27	0,86 -12,37	0,081
Tiempo de exposición a arsénico	0,98	0,93 -1,04	0,541
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	0,69	0,41 -1,17	0,167
Edad adultos mayores	1,18	0,90 -1,54	0,226
Sexo masculino	0,53	0,17 -1,61	0,261
Escolaridad primaria incompleta	1,32	0,80 -2,14	0,270
Consumo de bebidas alcohólicas	2,95	0,77 -11,17	0,112
Tener como ocupación la agricultura	0,97	0,61 -1,53	0,881
Exposición a agroquímicos	0,79	0,20 -3,15	0,734

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior se encontró la localidad como el factor de riesgo más elevado para tener anemia, es decir que el vivir en la CE representa 3,27 veces más probabilidad de padecer. No se observó el tiempo de exposición a arsénico como factor de riesgo (con alta precisión) ni el consumir más de litro y medio de agua.

Otros factores de riesgo de tener anemia que surgieron por tener una OR mayor a 1,00 fueron los siguientes: un bajo nivel de escolaridad, el consumo de alcohol, la edad, es decir que la probabilidad es mayor con forme aumenta la edad.

Las variables que no se encontraron como factores de riesgo por tener la OR menor a 1,00 fueron: el ser hombre, la exposición a agroquímicos, trabajar en la agricultura (con alta precisión).

En la investigación del Zapote en Nicaragua, encontraron el 4,4% de pacientes en el grupo de alta exposición a arsénico (a 1320 µg/L, por más de seis meses y hasta dos años) con resultados de exámenes con anormalidad en el hematocrito (Gómez, 2002).

Datos que sustentan lo observado en este análisis multivariado, en donde vivir en la comunidad expuesta a arsénico representa el mayor factor de riesgo en el proceso de enfermar por anemia.

En otra investigación, se encontró una asociación negativa entre los altos niveles de arsénico en orina de hombres respecto a la hemoglobina, también observaron asociación de un grupo de mujeres con anemia de moderada a severa altos niveles de arsénico en orina y baja concentración de hemoglobina. No encontraron asociación con las concentraciones de hemoglobina y las lesiones de piel por arsénico, controlando la exposición a arsénico, la edad, el fumado, el índice de masa corporal, consumo de folato, hierro y vitamina B12 entre otros (Heck, y otros, 2008).

En Chile estudiaron una cohorte de embarazadas de un área con 40 µg/L de arsénico en el agua de consumo comparando con las que vivían en un sector con < 1 µg/L y de las cuales se conociera al menos un resultado de su hemoglobina durante el embarazo. Encontraron 49% de prevalencia de anemia en las expuestas y 17% en las no expuestas. Lo cual sugiere una mayor susceptibilidad de esta población a tener anemia ante la exposición a arsénico (Hopenhayn, Bush, Bingcang, & Hertz-Picciotto, 2006).

#### **4.13.5. Riesgo de presentar lesiones en la piel**

En esta parte se analiza el riesgo controlando simultáneamente las variables que podrían interactuar en la probabilidad de padecer hipopigmentación, hiperpigmentación y queratosis. A continuación se presenta el análisis multivariado de hipopigmentación.

**Cuadro 26:** Análisis multivariado de hipopigmentación

<b>Variabes independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	1,34	0,64 -2,82	0,440
Tiempo de exposición a arsénico	1,00	0,97 -1,03	0,763
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	1,02	0,71 -1,46	0,920
Edad adultos mayores	0,91	0,75 -1,09	0,300
Sexo masculino	2,10*	1,04 -4,26	0,039
Escolaridad primaria incompleta	0,92	0,71 -1,21	0,561
Consumo de bebidas alcohólicas	1,38	0,61 -3,19	0,428
Tener como ocupación la agricultura	1,22	0,94 -1,58	0,129
Exposición a agroquímicos	1,17	0,54 -2,56	0,689
Antecedentes familiares de enfermedades de la piel	1,68	0,63 -4,52	0,303

(\*) Significativo estadísticamente

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior se observa que la localidad, es decir el vivir en la CE tiene 1,34 veces más probabilidad de tener hipopigmentación, de igual forma el ingerir diariamente más de litro y medio de agua (esta última con una débil asociación 1,02 y alta precisión). Cabe mencionar que la OR del tiempo de exposición a arsénico fue 1,00 por lo que no se encontró como factor de riesgo.

Por otra parte, se encontraron los siguientes factores de riesgo por tener la OR mayor a 1,00: el ser hombre (con significancia estadística), trabajar en la agricultura (con alta precisión), el consumo de alcohol, la exposición a agroquímicos y tener antecedentes familiares de enfermedades de la piel.

No surgieron como factores de riesgo por tener una OR menor a 1,00 las siguientes variables: la edad, es decir no se observó mayor riesgo conforme aumenta la edad y tener bajo nivel de escolaridad (ambos con alta precisión).

A continuación se presenta la información de hiperpigmentación:



**Cuadro 27:** Análisis multivariado de hiperpigmentación

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	0,97	0,19 -4,70	0,967
Tiempo de exposición a arsénico	0,98	0,91 -1,05	0,484
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	1,36	0,66 -2,79	0,401
Edad adultos mayores	1,35	0,95 -1,92	0,095
Sexo masculino	0,66	0,17 -2,51	0,538
Escolaridad primaria incompleta	0,70	0,42 -1,16	0,160
Consumo de bebidas alcohólicas	1,74	0,32 -9,52	0,523
Tener como ocupación la agricultura	1,39	0,79 -2,46	0,256
Exposición a agroquímicos	0,16	0,02 -1,53	0,112
Antecedentes familiares de enfermedades de la piel	3,60	0,68 -19,18	0,133

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior no se observaron como factores de riesgo, la localidad ni el tiempo de exposición a arsénico (esta última con alta precisión) para padecer de hiperpigmentación. Sin embargo sí surgió la ingesta diaria de agua (consumir más de litro y medio de agua) como factor de riesgo.

Del mismo modo, si se encontraron los siguientes factores de riesgo de padecer hiperpigmentación por tener la OR mayor a 1,00: la edad (con alta precisión), con forme aumenta se tiene mayor riesgo de presentar esas lesiones en la piel, trabajar en la agricultura, el consumo de alcohol y principalmente el tener antecedentes familiares de enfermedades de la piel.

Las variables que no surgieron como factores de riesgo fueron las siguientes: ser hombre, la exposición a agroquímicos, ni el bajo nivel de escolaridad.

A continuación se presenta la información de queratosis:

**Cuadro 28:** Análisis multivariado de queratosis

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	22,23	0,77 -639,07	0,070
Tiempo de exposición a arsénico	0,94	0,84 -1,05	0,253
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	4,88	0,61 -39,20	0,136
Edad adultos mayores	2,19*	1,12 -4,26	0,022
Sexo masculino	0,19	0,03 -1,30	0,090
Escolaridad primaria incompleta	1,42	0,43 -4,68	0,562
Consumo de bebidas alcohólicas	1,06	0,63 -17,70	0,970
Tener como ocupación la agricultura	0,99	0,43 -2,27	0,972
Exposición a agroquímicos	0,84	0,09 -8,10	0,872
Antecedentes familiares de enfermedades de la piel	3,00	0,22 -41,12	0,409

(\*) Significativo estadísticamente

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior se observa que el factor de mayor riesgo encontrado fue la localidad, es decir las personas que viven en la CE tienen 22,23 veces más riesgo de padecer queratosis. De igual forma se encontró el consumir diariamente más de litro como factor de riesgo, no obstante no se encontró el tiempo de exposición a arsénico (con alta precisión).

Además, se encontraron los siguientes factores de riesgo por tener la OR mayor a 1,00: la edad (con significancia estadística) conforme aumenta el riesgo se eleva, el consumo alcohol (con una débil asociación 1,06), tener bajo nivel académico y tener antecedentes familiares de enfermedades de la piel.

No se encontraron como factores de riesgo por tener la OR menor a 1,00: el ser hombre, la exposición a agroquímicos ni trabajar en la agricultura.

Las lesiones en la piel, han sido los padecimientos característicos de afectación por el consumo de agua contaminada por arsénico, en Bengala Occidental observaron una relación de dosis respuesta en la exposición a arsénico y estos padecimientos, respecto a los picos de concentraciones. De 50 a 99  $\mu\text{g/L}$  OR=2,5 (0,7-8,9), de 100 a 199  $\mu\text{g/L}$  OR= 7,4 (2,8–20,0), de 200 a 299  $\mu\text{g/L}$  OR= 11,1 (4,2–29,6) y a 300  $\mu\text{g/L}$  ó más la OR fue 29,4 (11,1–77,5) (Haque, y otros, 2003).

Esos autores también encontraron un promedio de latencia de lesiones en la piel de 19 a 23 años, con el más corto de 10 años desde la primera exposición a más de 100  $\mu\text{g/L}$  de arsénico (Haque, y otros, 2003). Lo cual es importante porque a pesar de que las concentraciones en la localidad expuesta en esta investigación son muy inferiores a la problemática de otras áreas como Bengala occidental, de igual forma están por encima de ese valor y el acueducto contaminado abasteció desde 1983.

Con lo anterior, se apoyan los datos observados sobre el riesgo de hipopigmentación (OR=1,34) y queratosis (OR=22,23) en la localidad expuesta, así como la ingesta diaria de agua, la cual surgió como factor de riesgo en los tres padecimientos relacionados a las lesiones de la piel. No obstante, cabe destacar que contrario a lo esperado, no se observó el tiempo de exposición como un factor de riesgo en ninguna de ellas, así como no surgió la localidad expuesta en el riesgo de hiperpigmentación.

En la investigación de Guo y otros (2006) en Mongolia Interior, encontraron mayor prevalencia de queratosis respecto a las afectaciones de pigmentación. No obstante, no encontraron una asociación significativa entre el riesgo de queratosis y los niveles de exposición a arsénico. Observaron en niveles de exposición de 51 a 199  $\mu\text{g/L}$  de arsénico el riesgo de queratosis fue 1,46 (0,61-3,51), de 200 a 499  $\mu\text{g/L}$  el riesgo fue 0,92 (0,45-1,90) y a 500  $\mu\text{g/L}$  ó más el riesgo fue 1,46 (0,57-3,75)  $p=0,346$  en comparación con quienes estaban expuestos a menos de 50  $\mu\text{g/L}$  y ajustado por edad, sexo y hábito de fumado.

Sin embargo esos autores si observaron una relación respecto a la exposición a arsénico y desórdenes de pigmentación, notaron que de 51 a 199  $\mu\text{g/L}$  el riesgo fue 5,25 (1,3-83,24), de 200 a 499  $\mu\text{g/L}$  el riesgo fue 10,97 (1,50-79,95) y a 500  $\mu\text{g/L}$  ó más el riesgo fue 10,00 (1,39-71,77)  $p=0,000$  de igual forma ajustado por edad, sexo y hábito de fumado, en comparación con los que estaban expuestos a menos de 50  $\mu\text{g/L}$  (Guo, y otros, 2006).

Se considera que las diferencias de magnitudes de riesgo observadas en los diferentes lugares de lesiones en piel asociadas a arsénico, podrían estar asociadas a factores nutricionales, étnicos así como factores genéticos. Los datos encontrados en este trabajo, podrían contribuir a la hipótesis de afectaciones en personas expuestas a menores niveles de concentraciones de arsénico.

#### 4.13.6. Riesgo de presentar disminución de la visión

A continuación se presenta la información del análisis multivariado de disminución de la visión:

**Cuadro 29:** Análisis multivariado de disminución de la visión

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	1,70	0,89 -3,24	0,107
Tiempo de exposición a arsénico	1,00	0,98 -1,02	0,943
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	1,17	0,86-1,60	0,316
Edad adultos mayores	1,85**	1,58 -2,19	0,000
Sexo masculino	0,30*	0,16 -0,56	0,000
Escolaridad primaria incompleta	0,80	0,64 -1,02	0,066
Consumo de bebidas alcohólicas	1,36	0,63 -2,95	0,433
Tener como ocupación la agricultura	0,78*	0,63 -0,98	0,029
Exposición a agroquímicos	1,56	0,77-3,15	0,220

(\*) Significativo estadísticamente

(\*\*)Significativo estadísticamente y preciso

Fuente: Elaboración propia, 2013

Del cuadro anterior se observó que la localidad es decir, el vivir en la CE es un factor de riesgo para tener disminución de la visión OR=1,70 al igual que consumir más de un litro y medio de agua diariamente (con alta precisión). Respecto al tiempo de exposición en el cual la OR fue 1,00, no se considera como un factor de riesgo.

Por su parte, se encontraron los siguientes factores de riesgo por tener la OR mayor a 1,00: la edad (con significancia estadística y alta precisión), con forme mayor edad la probabilidad se eleva, consumir alcohol, exponerse a agroquímicos.

Las variables con que no se encontraron como factores de riesgo por tener la OR menor a 1,00 fueron las siguientes: el ser hombre (con significancia estadística), tener bajo nivel de escolaridad, ni trabajar en la agricultura (significativo estadísticamente y preciso), esas últimas dos variables con alta precisión.

Se conoce poca literatura asociada a la exposición a arsénico y efectos en la visión, no obstante sí se ha evidenciado la afectación con respecto a otros efectos neurosensoriales. Como menciona Otto, y otros, (2006) en Bamen en la región de Mongolia Interior, en una investigación reportaron atrofia del nervio óptico, así como estrechamiento del campo visual en personas expuestas a arsénico a través del agua para consumo.

Por el contrario, en los datos reportados por esos autores, no se observó relación en los resultados de las pruebas de funcionamiento visual respecto a la exposición a arsénico. Datos que contrastan con los resultados obtenidos en este trabajo, donde se observó que el vivir en la localidad expuesta a arsénico, así como la ingesta de agua, surgieron como factores de riesgo de tener disminución de la visión.

Por su parte, respecto a la edad, en el riesgo de tener disminución de la visión, si se observó consistencia con el estudio antes mencionado, en donde observaron que los resultados de la prueba de sensibilidad de contraste visual disminúan conforme mayor edad (Otto, y otros, 2006).

#### **4.13.7. Riesgo de presentar depresión**

A continuación se presenta la información del análisis multivariado de depresión:

**Cuadro 30:** Análisis multivariado de depresión

<b>Variables independientes</b>	<b>OR</b>	<b>Intervalo de confianza</b>	<b>Valor de p</b>
Localidad expuesta	0,80	0,26 -2,50	0,704
Tiempo de exposición a arsénico	0,99	0,95 -1,03	0,523
Ingerir diariamente más de litro y medio de agua	0,77	0,48 -1,24	0,279
Edad adultos mayores	1,34**	1,06 -1,69	0,016
Sexo masculino	0,23*	0,72 -0,71	0,011
Escolaridad primaria incompleta	1,10	0,72 -1,67	0,658
Consumo de bebidas alcohólicas	0,51	0,10 -2,57	0,411
Tener como ocupación la agricultura	1,16	0,76 -1,77	0,501
Exposición a agroquímicos	4,85*	1,61 -14,61	0,005
Antecedentes familiares	3,61	0,23-57,25	0,363

(\*) Significativo estadísticamente

(\*\*) Significativo estadísticamente y alta precisión

Fuente: Elaboración propia, 2013

En el cuadro anterior no se observó la localidad expuesta, el tiempo de exposición a arsénico ni la ingesta diaria de agua, como factores de riesgo de tener depresión (estas últimas dos variables con alta precisión). Tampoco se encontraron como factores de riesgo de tener depresión asociado a la exposición a arsénico por tener una OR menor a 1,00: el consumo de alcohol ni ser hombre (con significancia estadística).

Se encontró que la exposición a agroquímicos fue el mayor factor de riesgo para padecer depresión con significancia estadística, condición que representa un riesgo de 4,85. El tener antecedentes familiares de también surgió como un factor de riesgo para padecer depresión. De igual forma la edad, ésta última con significancia estadística y alta precisión, conforme esta aumenta la probabilidad de tener depresión es mayor.

La ocupación y la escolaridad se encontraron como factores con bajo riesgo, es decir los que se dedican a la agricultura y tienen menor nivel académico, presentan mayor probabilidad de depresión, ambos con una precisión aceptable.

A pesar de que no surgió la localidad expuesta como un factor de riesgo, se conocen pocos registros de asociación entre el riesgo de depresión y la exposición a arsénico. En el estudio desarrollado en Wisconsin encontraron en el análisis de regresión logística después de ajustar por edad, sexo, fumado e índice de masa corporal 2,74 (IC 95 % 1,14–6,63) mayor riesgo de tener depresión para el estrato medio de exposición a arsénico en el agua de consumo (entre 2 µg/L y 10 µg/L) con respecto al de menos de 2 µg/L. Los autores limitaron ese análisis a personas que reportaron tener 35 años ó más de edad y que consumieron por 20 años ó más el agua, lo cual coincide con los datos encontrados en esta investigación sobre la variable “edad” la cual surgió como factor de riesgo con significancia estadística, indicando que entre mayor edad la probabilidad de padecer depresión aumenta (Zierold, y otros, 2004).

Tener como ocupación la agricultura y principalmente la exposición a agroquímicos (esta última con significancia estadística), surgieron como factores de riesgo de padecer depresión. Esa relación ha sido evidenciada en múltiples investigaciones (Freire & Koifman, 2013). Por lo cual, como se observó en los resultados del análisis estratificado y en el multivariado, dichos datos contribuyen a considerar el efecto sinérgico que podría tener el consumo de agua con arsénico con las variables antes mencionadas en la probabilidad de tener depresión.

#### **4.13.8. Síntesis del análisis multivariado**

Se observó que la localidad expuesta surgió como factor de riesgo para padecer: enfermedades de los riñones, diabetes (3,50), anemia (3,27), hipopigmentación (1,34), queratosis (22,23) y disminución de la visión (1,17). Se observó una débil asociación entre mayor tiempo de exposición a arsénico por el consumo de agua y el aumento en el riesgo de: enfermedades de los riñones (1,03), Insuficiencia renal (1,01), presión alta 1,03 (1,001-1,059)  $p= (0,043)$  con significancia estadística y alta precisión y diabetes (1,01). Finalmente se observó que entre mayor es el consumo de agua, el riesgo de tener los siguientes padecimientos aumentó: enfermedades de los riñones (1,21), presión alta (1,15), diabetes (1,34), hipopigmentación (1,02), hiperpigmentación (1,36), queratosis (4,88) y disminución de la visión (1,17).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este último capítulo inicialmente está constituido por las conclusiones para las cuales en su mayoría se tomó como criterio la información encontrada con significancia estadística, excepto cuando se indica otra cosa. Asimismo se presentan las recomendaciones de posibles estrategias para las entidades relacionadas con el tema estudiado.

#### 5.1. Conclusiones

- El desarrollo de este trabajo final de graduación, ha constituido un espacio de integración de las herramientas adquiridas durante la formación académica en Salud Ambiental con la realidad de instituciones estatales relacionadas al quehacer profesional como el Laboratorio Nacional de Aguas.
- Esta investigación aportó información sobre la probabilidad de enfermar asociada a la exposición crónica a arsénico por el consumo de agua, elemento trascendental para la salud humana. Asimismo, se logró forjar importante experiencia en el ámbito de la epidemiología ambiental, la cual se encuentra estrechamente relacionada a la Salud Ambiental porque permite describir cuantitativamente el riesgo de enfermar y comprender así parte de la realidad. Sin embargo, por la amplitud que caracteriza a la carrera, ésta problemática podría ser complementada con otras perspectivas de abordaje, las cuales quedaron fuera del alcance de este trabajo y se comentan en la sección de Recomendaciones.
- La investigación permitió clasificar 459 distritos del país, según el grado de exposición. En relación a los datos de exposición al arsénico, la mayor cantidad de distritos del país fueron clasificados en la categoría de no expuesto (41,18%), el siguiente grupo predominante fue del que no se tenían datos (35,08%), asimismo un 21,57% de los distritos se clasificó en baja exposición y un 2,18% en mediana a alta exposición, con datos de más de 10 µg/L, pues al menos un sector de los siguientes



diez distritos: Aguas Zarcas, La Palmera, Los Chiles, El Amparo, Mayorga, Bagaces, Cañas, Bebedero, La Cruz y Pavón, cumplían con dicho criterio.

- Respecto a la exploración que se realizó del país, tomando en consideración el análisis espacial descrito anteriormente se identificaron las siguientes cuatro áreas con presencia de arsénico sobre la norma y con el mayor rango nacional del Índice de Morbilidad Estandarizado por edad de Insuficiencia Renal Crónica en el período del 2003 al 2011: Bebedero de Cañas, central de Los Chiles, central de Bagaces y central de Cañas. Por otra parte, en esas últimas dos áreas así como en El Amparo y el distrito central de La Cruz se observó protección del riesgo de cáncer de piel (1997-2005). De igual forma se encontraron 14 y 11 áreas no expuestas a arsénico las cuales presentan exceso de riesgo (significativo) de enfermar sobre el promedio nacional de IRC y cáncer de piel respectivamente.
- Respecto a las tendencias de las series temporales, de los diez distritos con presencia de arsénico sobre la norma, se identificó en La Palmera (2000-2002), Aguas Zarcas y Los Chiles (2003 al 2005) un aumento en el riesgo de padecer cáncer de piel, asimismo ocurrió en éste último lugar con la Insuficiencia Renal Crónica (2006 al 2011), lo cual difiere de la tendencia observada a nivel nacional por esa enfermedad.
- En dos áreas con presencia de arsénico sobre la norma, de 1982 al 2005 no se encontraron casos de cáncer de riñón, vejiga, hígado y vías biliares intrahepáticas, pulmón y bronquios ni piel, éstas son Bebedero de Cañas y Pavón de Golfito. De igual forma, en La Palmera de San Carlos ni en Mayorga de Liberia se tienen casos de cáncer de riñón y en ésta última área tampoco se observaron casos de cáncer de piel.
- Respecto a la clasificación por zonas de exposición a arsénico, excluyendo los 161 distritos del país sin datos al momento de realizar esta investigación, se encontró de 1997 al 2005 en las áreas no expuestas protección del riesgo de: cáncer de riñón, pulmón y bronquios, vejiga y piel. Por su parte, las zonas de baja exposición presentan exceso de riesgo de enfermar por Insuficiencia Renal Crónica (2003-2011) y se protegen del riesgo de cáncer de piel. Finalmente las zonas de mediana a alta

exposición presentan exceso de riesgo de enfermar de Insuficiencia Renal Crónica, por otra parte se protegen del cáncer de piel y vejiga, en comparación con el promedio nacional. En términos generales, en las tres zonas de exposición no se observaron tendencias significativas de exceso de riesgo en los tipos de cáncer estudiados; se encontró solamente un valor mayor cercano a 1,00 por cáncer de pulmón y bronquios en la categoría de baja exposición.

- En relación al diseño transversal, en el que se compara una comunidad expuesta con otra no expuesta, basado en la morbilidad percibida, el análisis simple facilitó observar mayor riesgo de padecer enfermedades de los riñones en la comunidad expuesta. Por otra parte en relación a los síntomas, no se encontró riesgo de hiperpigmentación. Asimismo, de los síntomas de Insuficiencia Renal Crónica se identificó riesgo de dolor de huesos. Finalmente no se observó riesgo de necesidad de dormir más.
- El análisis estratificado permitió observar que la exposición a arsénico y además pertenecer a algunos estratos de los factores analizados aumenta el riesgo de padecer enfermedades de los riñones, tal es el caso de quienes se dedican a la agricultura, así como los que se exponen a agroquímicos. En relación al consumo de bebidas alcohólicas, tanto los tomadores como quienes no tienen esa práctica, presentan riesgo, con significancia estadística solamente en estos últimos.
- En el caso de la Insuficiencia Renal y la anemia, al estratificar según el sexo, fue posible observar mayor riesgo de esos padecimientos en los varones expuestos a arsénico respecto a las mujeres. La tendencia fue opuesta en la disminución de la visión. Por otra parte, respecto al hábito de fumado, se observó mayor probabilidad de tener anemia en las personas expuestas a arsénico y no fumadoras respecto a quienes sí tienen esa práctica.
- Finalmente, respecto a las lesiones en la piel al controlar la variable edad en el análisis estratificado, fue posible observar en los expuestos a arsénico y además pertenecientes a los grupos etarios menores de 10 años y entre 40 y 69 años mayor riesgo de padecer hipopigmentación y queratosis respectivamente con significancia estadística. En términos generales el porcentaje de la población total estudiada que reportó tener ese último padecimiento fue bajo 1,6% (N=12).

- El análisis multivariado, permitió controlar en un modelo probabilístico simultáneamente la interacción de varios factores. Se encontró una débil asociación con el tiempo de exposición a arsénico en el riesgo de tener presión alta con significancia estadística. Por su parte, se encontró con datos no significativos la localidad expuesta como factor de riesgo de padecer anemia, diabetes, enfermedades de los riñones, disminución de la visión, hipopigmentación y queratosis. Sin embargo, la localidad expuesta no surgió como factor de riesgo en el caso de la insuficiencia renal, presión alta, hiperpigmentación ni depresión.
- Se considera importante señalar, que este estudio muestra amplitud de datos sobre diversos padecimientos, que permiten a las instituciones y poblaciones reflexionar sobre el estado de salud y que apunta a potenciales investigaciones las cuales a futuro deben delimitarse mejor, con base en los hallazgos descritos, a fin de entender con mayor profundidad la relación entre la exposición al arsénico a través del consumo de agua y el riesgo de enfermar. Estas posibilidades se discuten en la sección de Recomendaciones de la presente investigación.

## **5.2. Recomendaciones**

- Al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados se recomienda priorizar el abastecimiento de agua potable, en las comunidades con mayor afectación de contaminación por arsénico.
- Se sugiere al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, estandarizar la información de las fuentes utilizadas en el abastecimiento de agua para consumo humano en cuanto a la nomenclatura, ubicación geográfica, códigos de distritos a los que pertenecen, lugares que abastecen, años en los cuáles inició el funcionamiento y datos de calidad del agua, para mejorar el acceso a la información básica requerida en el desarrollo de diferentes proyectos.
- Al Laboratorio Nacional de Aguas se recomienda fortalecer la vigilancia sanitaria para obtener una caracterización de la totalidad de las fuentes de agua para consumo humano enfocada en la calidad química. Para poder incluir todas las áreas del país

en la clasificación por zonas de exposición, con datos tanto en época de verano como invierno.

- Se sugiere al Laboratorio Nacional de Aguas realizar mapas sobre la calidad del agua a nivel nacional sobre los parámetros químicos que la esta entidad determina tales como: aluminio, antimonio, arsénico, cadmio, cloruros, cromo, dureza total, fluoruro, hierro, manganeso, mercurio, níquel, nitratos, nitritos, pH, plomo, potasio, selenio, sodio, sulfatos y zinc para identificar zonas prioritarias de riesgo para la salud de la población.
- Al Ministerio de Salud y a la Caja Costarricense del Seguro Social se sugiere evaluar una intervención en salud para la detección temprana de enfermedades de los riñones e implementar medidas de prevención, en las siguientes áreas donde se encontraron los mayores excesos de riesgo con significancia estadística sobre el promedio nacional de Insuficiencia Renal Crónica del 2003 al 2011, se presentan en orden de mayor a menor riesgo según las categorías de exposición a arsénico y provincia:

\*Clasificados en la categoría de mediana a alta exposición en Guanacaste 50604: Bebedero, 50401: Bagaces y 50601: Cañas y en Alajuela 21401: Los Chiles.

\*Clasificados en baja exposición: en Puntarenas 60701: Golfito, 60501: Cortés y 60702: Jiménez, en Guanacaste 50104: Nacascolo, 50501: Filadelfia, 50301: Santa Cruz, 50502: Palmira, 50201: Nicoya, 50304: Tempate y 50101: Liberia, en Limón 70502: Batán. En Cartago 30104: San Nicolás y en Alajuela 21001: Quesada.

\*Clasificados como no expuestos: en Guanacaste 50206: Nosara, 50205: Sámara, 50307: Diríá, 50303: Veintisiete de Abril, 51101: Hojancha, 50202: Mansión, 50203: San Antonio, en Puntarenas 60703: Guaycará, 60502: Palmar, en San José 11906: Platanares, 21303: San José (Pizote), en Alajuela 20301: Grecia, en Cartago 30501: Turrialba y en Limón distrito central 70101: Limón.

\*Excluidos: en Heredia 40206: San José de la Montaña, en San José 10101: Carmen, 11001: Alajuelita, 11903: Daniel Flores y en Cartago 30101: Oriental.

- Al Ministerio de Salud y a la Caja Costarricense del Seguro Social se sugiere evaluar una intervención en salud para la detección temprana de cáncer de piel e implementar medidas de prevención en las siguientes áreas donde se encontró mayor riesgo de 1997 al 2005, se presentan en orden de mayor según categoría de exposición y provincia:

\*Clasificados en baja exposición: en Alajuela 20201: San Ramón, 21001: Quesada, en Heredia 40301: Santo Domingo, 40101: Heredia, en Puntarenas 60601: Quepos y 60201: Espíritu Santo.

\*Clasificados como no expuestos: en San José 11601: San Pablo, 12001: San Pablo, 11901: San Isidro de El General, 11908: Cajón, en Puntarenas 60401: Miramar, 60804: Limoncito, en Heredia 40801: San Joaquín, en Cartago 30301: Tres Ríos en Alajuela 20701: Palmares, 21002: Florencia y 21006: Pital.

\*Excluidos: en San José 10101: Carmen, 11302: Cinco Esquinas, 11101: San Isidro, 10801: Guadalupe, 10301: Desamparados, 11501: San Pedro, 11903: Daniel Flores, en Puntarenas 60107: Guacimal, 60101: Puntarenas, 60801: San Vito, en Cartago 30101: Oriental y en Alajuela 20901: Orotina.

- Se sugiere al Ministerio de Salud en conjunto con la Caja Costarricense del Seguro Social elaborar estudios epidemiológicos que permitan abordar la causalidad de enfermedades de los riñones, e Insuficiencia Renal Crónica con respecto a la exposición a arsénico por el consumo de agua y el uso de agroquímicos. Asimismo se recomienda profundizar en la investigación de anemia, diabetes y cáncer de piel en relación a la exposición a arsénico.
- Se sugiere al Ministerio de Salud, a la Caja Costarricense del Seguro social y a estudiantes interesados en continuar la investigación de enfermedades renales y agua para consumo humano, abordar la problemática de forma interinstitucional y en

grupos etarios de niños y/o adolescentes sin factores de riesgo laborales, para comprender de mejor forma la posible relación con otros elementos.

- Se sugiere al Ministerio de Salud y a la CCSS informar, sensibilizar y capacitar al personal de las áreas de salud afectadas por arsénico, para la vigilancia de los efectos a la salud en la población asociados, considerando los de mayor riesgo mostrado en este trabajo.
- Al Ministerio de Salud se recomienda diseñar una estrategia de comunicación para las ASADAS enfocada en sensibilizar sobre la importancia de tener una caracterización de la calidad química del agua utilizada para consumo humano en conjunto con los gobiernos locales, a quienes se sugiere apoyar dicha tarea, mediante el establecimiento de alianzas de cooperación con universidades estatales.
- Se recomienda al Ministerio de Salud así como al Ministerio de Trabajo, enfatizar el control de la exposición a agroquímicos por condiciones laborales agrícolas, en las zonas con niveles de arsénico por encima de la norma a través de la ingesta de agua, debido a los resultados de los datos de las medidas de asociación observadas en el análisis estratificado.
- Se sugiere tener a disposición actualizada anualmente la información en bases de datos en línea sobre la incidencia de cáncer del Registro Nacional de Tumores del Ministerio de Salud por distrito de residencia y edad del paciente.
- Se sugiere al Ministerio de Salud y a la Caja Costarricense del Seguro Social incluir la Insuficiencia Renal Crónica como una enfermedad de notificación obligatoria, así como tener a disposición en una base de datos en línea los casos confirmados, por distrito de residencia y edad del paciente, para poder comprender de mejor forma la epidemiología de éste padecimiento a nivel nacional.
- Se recomienda continuar con la divulgación de los resultados obtenidos en este trabajo en las comunidades donde se realizó el estudio, ASADAS, gobiernos locales, Ministerio de Salud, Caja Costarricense del Seguro Social y a la comunidad científica.

- Se considera necesario abordar este tema de manera interdisciplinaria así como unir esfuerzos entre instituciones involucradas en conjunto con las personas de las comunidades afectadas para lograr mayor beneficio en ellas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abul Hasnat, M., & Mahfuzar, R. (1999). Environmental Pollution and Skin Involvement Pattern of Chronic Arsenicosis in Bangladesh. *J Occup Health* , 41, 207–208.
- Agarwal, R. (2009). Developing a self-administered CKD symptom assessment instrument. *Nephrol Dial Transplant* , 1-7.
- Alvarez-Ude, F., Galán, P., Vicente, E., Alamo, C., Fernández-Reyes, M. J., & Badía, X. (1997). Adaptación transcultural y validación preliminar de la versión española del Kidney Disease Questionnaire (Cuestionario de la enfermedad renal). *Nefrología* , XVII (6), 486-496.
- Andra, S. S., Makris, K. C., Christophi, C. A., & Ettinger, A. S. (2013). Delineating the degree of association between biomarkers of arsenic exposure and type-2 diabetes mellitus. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* , 216, 35-49.
- Barragne, P. (2004). *Contribución al estudio de cinco zonas contaminadas naturalmente por Arsénico en Nicaragua*. Recuperado el 12 de abril de 2011, de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/arsenico/Nicaragua.pdf>
- Borja, V. H. (2000). Estudios ecológicos. *Salud pública de México* , 533-538.
- Bundschuh, J., García, M., Birkle, P., Cumbal, L., Brattacharya, P., & Matschullat, J. (2009). Occurrence, health effects and remediation of arsenic in groundwaters of Latin America. En J. Bundschuh, M. Armienta, P. Birkle, P. Brattacharya, J. Matschullat, & A. Mukherjee, *Natural Arsenic in groundwaters of Latin America* (págs. 5-8). London, UK: Taylor & Francis Group.
- Castro de Esparza, M. L. (8 al 11 de noviembre de 2004). *Presencia de Arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública*. Recuperado el 11 de abril de 2011, de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/arsenico/Arsenic2004/theme1/Esparza.pdf>
- Chakraborti, D., Rahman, M. M., Paul, K., Chowdhury, U. K., Sengupta, M. K., Lodh, D., y otros. (2002). Arsenic calamity in the Indian subcontinent What lessons have been learned? *Talanta* , 28, 3–22.
- Chamizo, H. (s.f). *Estudios Ecológicos Diseño de la Investigación Epidemiológica* . San Pedro, San José, Costa Rica.



- Chen, C.-L., Hsu, L.-I., Chiou, H.-Y., Hsueh, Y.-M., Chen, S.-Y., Wu, M.-M., y otros. (2004). Ingested Arsenic, Cigarette Smoking, and Lung Cancer Risk. A Follow-up Study in Arseniasis-Endemic Areas in Taiwan. *JAMA* , 292 (24), 2984-2990.
- Chen, J.-W., Chen, H.-Y., Li, W.-F., Liou, S.-H., Chen, C.-J., Wu, J.-H., y otros. (2011). The association between total urinary arsenic concentration and renal dysfunction in a community-based population from central Taiwan. *Chemosphere* , 84, 17–24.
- Chen, Y., Graziano, J. H., Parvez, F., Hussain, I., Momotaj, H., Geen, A. v., y otros. (2006). Modification of Risk of Arsenic-Induced Skin Lesions by Sunlight Exposure, Smoking, and Occupational Exposures in Bangladesh. *Epidemiology* , 17 (4), 459–467.
- Comisión Nacional de Programas de Investigación Sanitaria [CONAPRIS], Unidad de Investigación y Desarrollo Ambiental, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación [InIDA], Asociación Toxicológica Argentina [ATA]. (2006). *Epidemiología del Hidroarsenismo Crónico Regional Endémico en la república de Argentina*. Recuperado el 14 de noviembre de 2013, de [http://www.ambiente.gob.ar/archivos/web/UniDA/File/libro\\_hidroarsenicismo\\_completo.pdf](http://www.ambiente.gob.ar/archivos/web/UniDA/File/libro_hidroarsenicismo_completo.pdf)
- Coronado González, J. A., Del Razo, L. M., García Vargas, G., Sanmiguel Salazar, F., & Escobedo de la Peña, J. (2007). Inorganic arsenic exposure and type 2 diabetes mellitus in Mexico. *Environmental Research* , 104, 383–389.
- Decreto Ejecutivo N° 26066-S. *Designa Laboratorio Central de AyA Como Laboratorio Nacional de Aguas* . Costa Rica: Publicado en La Gaceta 109 el 6 de junio de 1997.
- Decreto Ejecutivo N° 32327. *Reglamento para la Calidad del Agua potable* . Costa Rica: Publicado en La Gaceta 84 el 3 de mayo de 2005.
- Fatmi, Z., Azam, I., Ahmed, F., Kazi, A., Gill, A. B., Kadir, M. M., y otros. (2009). Health burden of skin lesions at low arsenic exposure through groundwater in Pakistan. Is river the source? *Environmental Research* , 109, 575–581.
- Fernández, A. (2011). Impacto Ambiental de la especiación del Arsénico, aplicado como plaguicida, en zonas cafetaleras de Costa Rica, mediante su determinación con espectrofotometría por generación de hidruros. *Trabajo final de investigación aplicada sometida a la consideración de la comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Química para optar al grado académico y título de Maestría Académica en Química* . San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Freire, C., & Kolfman, S. (2013). Pesticides, depression and suicide: A systematic review of the epidemiological evidence. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* , 216, 445– 460.

- Gómez, A. (Noviembre de 2002). *Monitoreo y Atención de Intoxicados con arsénico en el Zapote, Municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, Nicaragua*. Recuperado el 20 de noviembre de 2011, de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/arsenico/monitoreo.pdf>
- Guha Mazumder, D. N., Haque, R., Ghosh, N., De, B. K., Santra, A., Chakraborty, D., y otros. (1998). Arsenic levels in drinking water and the prevalence of skin lesions in West Bengal, India. *International Journal of Epidemiology* , 27, 871-877.
- Guha Mazumder, D. N., Steinmaus, C., Bhattacharya, P., Ehrenstein, O. S., Ghosh, N., Gotway, M., y otros. (2005). Bronchiectasis in Persons With Skin Lesions Resulting From Arsenic in Drinking Water. *Epidemiology* , 16 (6), 760–765.
- Guha Mazumder, D., Chakraborty, A., Ghose, A., Gupta, J., Chakraborty, D., Dey, S., y otros. (1988). Chronic arsenic toxicity from drinking tubewell water in rural West Bengal. *Bulletin of the World Health Organization* , 66 (4), 499-506.
- Guo, X., Liu, Z., Huang, C., & You, L. (2006). Levels of Arsenic in Drinking-water and Cutaneous Lesions in Inner Mongolia. *J Health Popul Nutr* , 24 (2), 214-220.
- Halatek, T., Sinczuk-Walczak, H., Rabieh, S., & Wasowicz, W. (2009). Association between occupational exposure to arsenic and neurological, respiratory and renal effects. *Toxicology and Applied Pharmacology* , 239, 193–199.
- Hammarlund, L., & Piñones, J. (Diciembre de 2009). *Arsenic in geothermal waters of Costa Rica*. Recuperado el 12 de abril de 2011, de KTH Land and Water Resources Engineering: [http://www2.lwr.kth.se/Publikationer/PDF\\_Files/LWR\\_EX\\_09\\_02.pdf](http://www2.lwr.kth.se/Publikationer/PDF_Files/LWR_EX_09_02.pdf)
- Haque, R., Mazumder, D. N., Samanta, S., Ghosh, N., Kalman, D., Smith, M. M., y otros. (2003). Arsenic levels in drinking water and the prevalence of skin lesions in West Bengal, India. *Epidemiology* , 14, 174 –182.
- Heck, J. E., Chen, Y., Grann, V. R., Slavkovich, S., Parvez, F., & Ahsan, H. (2008). Arsenic Exposure and Anemia in Bangladesh: A Population-Based Study. *Occup Environ Med* , 50, 80–87.
- Hernández, M. (2009). *Epidemiología: diseño y análisis de estudios*. México: Médica Panamericana.
- Hopenhayn, C., Bush, H. M., Bingcang, A., & Hertz-Picciotto, I. (2006). Association Between Arsenic Exposure From Drinking Water and Anemia During Pregnancy. *J Occup Environ Med* , 48 (6), 635–643.

- Hopenhayn-Rich, C., Biggs, M. L., & Smith, A. H. (1998). Lung and Kidney cancer mortality associated with arsenic in drinking water in Córdoba, Argentina. *International Journal of Epidemiology* , 27, 561-569.
- Hsueh, Y.-M., Chung, C.-J., Shiue, H.-S., Chen, J.-B., Chiang, S.-S., Yang, M.-H., y otros. (2009). Urinary Arsenic Species and CKD in a Taiwanese Population: A Case-Control Study. *American Journal of Kidney Diseases* , 54 (5), 859-870.
- Ibrahim, D., Froberg, B., Wolf, A., & Rusyniak, D. (2006). Heavy Metal Poisoning: Clinical Presentations and Pathophysiology. *Clin Lab Med* (26), 67–97.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (s.f). *Plan estratégico Institucional 2007-2015*. Recuperado el 11 de marzo de 2011, de Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados: <http://www.aya.go.cr/Administracion/DocumentosBoletines/Docs/060111081039lanEstategicoInstitucional.pdf>
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2008). Atlas Digital Costa Rica 2008. Cartago, Costa Rica.
- International Agency Research Cancer [IARC]. (1980). *Arsenic and Arsenic compounds*. Recuperado el 25 de mayo de 2011, de Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Human: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol23/volume23.pdf>
- Kapaj, S., Peterson, H., Liber, K., & Bhattacharya, P. (2006). Human Health Effects From Chronic Arsenic Poisoning—A Review. *Journal of Environmental Science and Health* , 41, 2399–2428.
- Knobeloch, L. (14 de noviembre de 2011). Drinking Water and Health Study Findings. Wisconsin Dep of Health and Family Services Bureau of Environmental Health, Comunicación personal .
- Laws, R., & Amador, J. J. (2013). *Hypothesis Summary. Arsenic. Report from the First International Research Workshop on MeN*. Heredia: Program on Work, Environment and Health in Central America (SALTRA).
- Lewis, D., Southwick, J. W., Ouellet-Hellstrom, R., Rench, J., & Calderon, R. L. (1999). Drinking Water Arsenic in Utah: A Cohort Mortality Study. *Environmental Health Perspectives* , 107 (5), 359-365.
- Ley N° 5395 General de Salud. (10 de octubre de 1973). Costa Rica.
- Ley N° 7554 Ley Orgánica del Ambiente. Costa Rica: Publicado en La Gaceta 215 el 13 de noviembre de 1995.

- Ley N° 2726 Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (14 de abril de 1961). Costa Rica.
- Li, Y., Xia, Y., He, L., Ning, Z., Wu, k., Zhao, B., y otros. (2006). Neurosensory effects of chronic exposure to arsenic via drinking water in Inner Mongolia: I. signs, symptoms and pinprick testing. *Journal of Water and Health* , 04 (1), 29-37.
- Liaw, J., Marshall, G., Yuan, Y., Ferreccio, C., Steinmaus, C., & Smith, A. H. (2008). Increased Childhood Liver Cancer Mortality and Arsenic in Drinking Water in Northern Chile. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* , 17 (8), 1982-1987.
- Mandal, B. K., & Suzuki, K. T. (2002). Arsenic round the world: a review. *Talanta* , 58, 201–235.
- McClean, M., Amador, J. J., Laws, R., Kaufman, J. S., Weiner, D. E., Sánchez, J. M., y otros. (26 de abril de 2012). *Marcadores biológicos de daño renal e insuficiencia renal crónica en trabajadores del Occidente de Nicaragua*. Recuperado el 21 de setiembre de 2013, de Compliance Advisor Ombudsman (CAO): [http://www.cao-ombudsman.org/cases/document-links/documents/Informe\\_muestreo\\_biologico\\_Abril\\_2012.pdf](http://www.cao-ombudsman.org/cases/document-links/documents/Informe_muestreo_biologico_Abril_2012.pdf)
- Meliker, J., Wahl, R., Cameron, L., & Nriagu, J. (2007). Arsenic in drinking water and cerebrovascular disease, diabetes mellitus, and kidney disease in Michigan: a standardized mortality ratio analysis. *Environmental Health* , 6 (4).
- Mendis, S. (15 de agosto de 2012). *World Health Organization (WHO) report on Chronic Kidney Disease of unknown etiology (CKDu) in Sri Lanka*. Recuperado el 21 de setiembre de 2013, de lankaweb: <http://www.lankaweb.com/news/items/2012/08/15/world-health-organization-who-report-on-chronic-kidney-disease-of-unknown-etiology-ckdu-in-sri-lanka/>
- Milton, A. H., Hasan, Z., Rahman, A., & Rahman, M. (2001). Chronic Arsenic Poisoning and Respiratory Effects in Bangladesh. *J Occup Health* , 43, 136–140.
- Milton, A. H., Smith, W., Rahman, B., Hasan, Z., Kulsum, U., Dear, K., y otros. (2005). Chronic Arsenic Exposure and Adverse Pregnancy Outcomes in Bangladesh. *Epidemiology* , 16 (1), 82–86.
- Mitra, S. R., Mazumder, D. G., Basu, A., Block, G., Haque, R., Samanta, S., y otros. (2004). Nutritional Factors and Susceptibility to Arsenic-Caused Skin Lesions in West Bengal, India. *Environ Health Perspect* , 112 (10), 1104–1109.
- Montero, V., Quesada, J., Ledezma, A., & Sandoval, J. (2010). Determinación de arsénico en abastecimientos de agua para consumo humano de la provincia de Cartago, Costa Rica. *Acta Médica Costarricense* , 52 (2), 96-101.

- Mora, D. (s.f). *Acciones en Agua para Consumo Humano y Saneamiento Básico para mejorar la salud pública en Costa Rica 2010 – 2015*. Recuperado el 11 de mayo de 2011, de [http://www.saludpublica.ucr.ac.cr/sitios/27052010\\_EXPOSISION\\_MORA.pdf](http://www.saludpublica.ucr.ac.cr/sitios/27052010_EXPOSISION_MORA.pdf)
- Mora, D., & Portuguez, F. (Febrero de 2011). *Calidad del agua en sus diferentes usos en Guanacaste-Costa Rica*. Recuperado el 03 de junio de 2011, de Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados: <http://www.aya.go.cr/Administracion/DocumentosBoletines/Docs/010411075751UANA CASTEACH2010-INFORME.pdf> el
- Newman, T. B., Browner, W. S., Cumming, S. R., & Hulley, S. B. (s.f). Capitulo 8. Diseño de un nuevo estudio: II. Estudios transversales y estudios de casos y controles.
- Nordberg, G., Jin, T., Hong, F., Zhang, A., Buchet, J., & Bernard, A. (2005). Biomarkers of cadmium and arsenic interactions. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 206, 191– 197.
- O' Bryant, S. E., Edwards, M., Menon, C. V., Gong, G., & Barber, R. (2011). Long-Term Low-Level Arsenic Exposure Is Associated with Poorer Neuropsychological Functioning: A Project FRONTIER Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8, 861-874.
- Organización Mundial de la Salud. (octubre de 2006). *Constitución de la organización mundial de la salud*. Recuperado el 12 de mayo de 2011, de Organización Mundial de la Salud: [http://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_sp.pdf](http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (s.f). *Determinantes sociales de la salud*. Recuperado el 14 de noviembre de 2013, de Organización Mundial de la Salud: [http://www.who.int/social\\_determinants/es/](http://www.who.int/social_determinants/es/)
- Organización Mundial de la Salud. (2001). *Environmental Health Criteria 224 Arsenic and Arsenic Compounds*. Recuperado el 17 de setiembre de 201, de <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc224.htm#1.0>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la Calidad del Agua Potable. Tercera Edición*. Recuperado el 12 de mayo de 2011, de Organización Mundial de la Salud: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2000). *Towards an Assessment of the Socioeconomic Impact of Arsenic Poisoning in Bangladesh*. Recuperado el 29 de mayo de 2011, de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaca/i/fulltext/impact/impact.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Salud Ambiental de lo Global a lo Local*. Washington, D.C: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.

- Otto, D., He, L., Xia, Y., Li, Y., Wu, K., Ning, Z., y otros. (2006). Neurosensory effects of chronic exposure to arsenic via drinking water in Inner Mongolia: II. Vibrotactile and visual function. *Journal of Water and Health* , 04 (1), 39-48.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f). *Objetivos de desarrollo del milenio*. Recuperado el 30 de mayo de 2011, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <http://www.undp.org/spanish/mdg/basics.shtml>
- *Propuesta Reglamento sobre concentraciones máximas permisibles de sustancias contaminantes en suelos*. (2010). Recuperado el 02 de diciembre de 2011, de <http://www.amcham.co.cr/newsletters/201103/contaminantes.pdf>
- Rahman, M., Tondel, M., Ahmad, S. A., Chowdhury, I. A., Faruquee, H., & Axelson, O. (1999). Hypertension and Arsenic Exposure in Bangladesh. *Hypertension* , 33, 74-78.
- Ramírez, O., Brooks, D., Amador, J. J., Kaufman, J. S., Weiner, D. E., Parikh, C. R., y otros. (1 de Marzo de 2012). *Biomarcadores de daño renal temprano en adolescentes Nicaragüenses setiembre-noviembre 2011*. Recuperado el 14 de setiembre de 2013, de Compliance Advisor Ombudsman (CAO): <http://www.cao-ombudsman.org/cases/document-links/documents/InformeAdolescentes25Junio2012.pdf>
- Robles-Osorio, M. L., Pérez-Maldonado, I. N., del Campo, D. M., Montero-Perea, D., Avilés-Romo, I., Sabath-Silva, E., y otros. (2012). Urinary arsenic levels and risk of renal injury in a cross-sectional study in open population. *Investigación Clínica* , 64 (6), 609-614.
- Rodríguez, S. (1997). Determinación de Arsénico inorgánico total en agua potable por Espectroscopia de Absorción Atómica con Generación de Hidruros. *Trabajo Final de Graduación* . San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Salgado, A. (1995). Desarrollo de un método voltamperométrico para determinar Arsénico en muestras de agua potable. *Proyecto Final de Graduación* . San Pedro, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Sanoff, S. L., Callejas, L., Alonso, C. D., Hu, Y., Colindres, R. E., Chin, H., y otros. (2010). Positive association of renal insufficiency with agriculture employment and unregulated alcohol consumption in Nicaragua. *Ren Fail* , 32 (7), 766-777.
- Silva, P. (2008). Validación de la metodología para determinación cuantitativa de Arsénico en aguas potables por generación de hidruros. *Tecnología en Marcha* , 22 (2), 25-29.
- Tapio, S., & Grosche, B. (2006). Arsenic in the aetiology of cancer. *Mutation Research* , 612, 215-246.

- Tseng, C.-H., Tai, T.-Y., Chong, C.-K., Tseng, C.-P., Lai, M.-S., Lin, B. J., y otros. (2000). Long-Term Arsenic Exposure and Incidence of Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus: A Cohort Study in Arseniasis-Hyperendemic Villages in Taiwan. *Health Perspect* , 108 (9), 847-851.
- Tseng, W.-P. (1977). Effects and Dose Response Relationships of Skin Cancer and Blackfoot Disease with Arsenic. *Environmental Health Perspectives* , 19, 109-119.
- Wesseling, C., Crowe, J., Hogstedt, C., Jakobsson, K., Lucas, R., & Wegman, D. (2013). *Mesoamerican Nephropathy: Report from the First International Research Workshop on MeN*. Heredia: Program on Work, Environment and Health in Central America (SALTRA).
- Zhang, C., Mao, G., He, S., Yang, Z., Yang, W., Zhang, X., y otros. (2012). Relationship between long-term exposure to low-level arsenic in drinking water and the prevalence of abnormal blood pressure. *Journal of Hazardous Materials* , 1936-1937 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.09.045>.
- Zierold, K. M., Knobeloch, L., & Anderson, H. (2004). Prevalence of Chronic Diseases in Adults Exposed to Arsenic-Contaminated Drinking Water. *American Journal of Public Health* , 94 (11), 1936-1937.

## ANEXOS

### Anexo 1: Fórmula de consentimiento informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN  
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO  
Teléfonos:(506) 2511-4201 Telefax: (506) 2224-9367

Escuela de Tecnologías en Salud

### FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

(Para ser sujeto de investigación)

Análisis del riesgo de enfermar asociado a la exposición de arsénico en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano

Código (o número) de proyecto: \_\_\_\_\_

Nombre del Investigador Principal: Nicole Villegas González

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

A. **PROPÓSITO DEL PROYECTO:**

Este estudio se está realizando como Trabajo Final de Graduación, de la Escuela de Tecnologías en Salud, de la Universidad de Costa Rica y en conjunto con el Laboratorio Nacional de Aguas. La motivación de realizar el estudio es para conocer la situación de salud de las comunidades participantes y analizar la probabilidad de afectación a la salud, por las diferentes enfermedades y síntomas que se han relacionado con el consumo de agua con presencia de arsénico. El propósito del proyecto se centra en un estudio de análisis

Comité Ético Científico \_\_\_\_\_  
Universidad de Costa Rica

*Nicole Villegas González*





## Continuación anexo 1: Fórmula de consentimiento informado

riesgos a nivel nacional y por distritos, en el que se pretende organizar los datos existe al respecto del tema, para obtener información que sirvan para generar hipótesis, como base para futuras investigaciones con mayor profundidad y para las autoridades encargadas.

Se pretende estudiar la posible exposición crónica, es decir por largos periodos de tiempo que algunas áreas geográfico poblaciones podrían tener al arsénico a través del consumo de agua.

### B. ¿QUÉ SE HARÁ?:

Se aplicará una serie de preguntas a través de un cuestionario Epidemiológico a dos comunidades, una como caso de estudio y otra como control. En donde se compararán los resultados de ambas áreas geográfico poblacionales para analizar la probabilidad de enfermar o padecer algunos síntomas.

Las preguntas están dirigidas en conocer la condición de salud de las personas a las que se aplique el cuestionario, así como información general sobre hábitos, tiempos de residencia en el lugar, datos personales como edad, sexo, ocupación, escolaridad entre otros, así como también sobre la condición actual de salud y sobre el padecimiento o no de una lista de enfermedades y síntomas.

### C. RIESGOS:

1. Con la participación en este estudio podría sentirse invadido en su privacidad, sin embargo los datos serán confidenciales y anónimos a lo largo de la investigación y posterior a ella.

D. BENEFICIOS: El resultado de su participación en este estudio, no obtendrá ningún beneficio directo, sin embargo permitirá conocer la probabilidad de enfermar de padecimientos o síntomas que podrían estar relacionados con la exposición a arsénico, por medio de la publicación de los resultados obtenidos. posterior conocimiento de las autoridades encargadas y de posibles acciones que se tomen en relación al tema

E. Antes de dar su autorización para este estudio usted debe haber hablado con Nicole Villegas González sobre este estudio y ella debe haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información más adelante, puede obtenerla llamando a Nicole Villegas González al teléfono 88 13 89 12 en el horario Lunes a viernes de 8 am a 4 pm. Además, puede consultar sobre los derechos de los Sujetos Participantes en Proyectos de Investigación a la Dirección de Regulación de Salud del Ministerio de Salud, al teléfono

Comité Ético Científico  
Universidad de Costa Rica

*Nicole Villegas González*



## Continuación anexo 1: Fórmula de consentimiento informado

22-57-20-90, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica a los teléfonos 2511-4201 ó 2511-5839, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

- F. Recibirá una copia de esta fórmula firmada para mi uso personal.
- G. Su participación en este estudio es voluntaria. Tiene el derecho de negarse a participar o a discontinuar su participación en cualquier momento.
- H. Su participación en este estudio es confidencial, los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica pero de una manera anónima.
- I. No perderá ningún derecho legal por firmar este documento.

### CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

---

Nombre, cédula y firma del sujeto (niños mayores de 12 años y adultos)

fecha

Comité Ético Científico \_\_\_\_\_  
Universidad de Costa Rica

*Fabiana Yanez Ballarín*



## Continuación anexo 1: Fórmula de consentimiento informado

---

Nombre, cédula y firma del testigo

fecha

---

Nombre, cédula y firma del Investigador que solicita el consentimiento

fecha

---

Nombre, cédula y firma del padre/madre/representante legal (menores de edad)

fecha

---

NUEVA VERSIÓN FCI - APROBADO EN SESION DEL COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO (CEC) NO. 149 REALIZADA EL  
4 DE JUNIO DE 2008.  
CELM-Form.Consent-Infom 06-08

Comité Ético Científico \_\_\_\_\_  
Universidad de Costa Rica



## Anexo 2: Cuestionario Epidemiológico

1. Casa N°		2. Encuestador _____										
3. Fecha		4. Localidad _____										
5. ¿Cuántas personas viven en la vivienda?		□□										
Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6. Edad												
Anotar la edad de cada miembro	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□
7. Sexo												
a. F(Femenino)												
b. M(Masculino)												
8. Número de años de vivir en la localidad												
Anotar el tiempo para cada miembro	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□
9. ¿Cuál es la fuente de agua para consumo humano (para tomar, preparar alimentos, bebidas, etc) en la vivienda actual?												
a. De AyA												
b. Acueducto municipal												
c. Acueducto rural, ASADA o Comité												
d. Pozo artesanal												
e. Envasada												
f. Río												
g. Cisterna												
Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10. ¿Hace cuántos años utilizan esa fuente de agua para el consumo humano?												
Anotar años para cada miembro	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□	□□
11. ¿Alguna vez han detenido el consumo de agua de esa fuente?												
a. Sí												
b. No												
c. No sabe/NR												
12. ¿Cuál era la fuente de abastecimiento de agua antes de la que menciona?												
a. De AyA												
b. Acueducto municipal												
c. Acueducto rural, ASADA o Comité												
d. Pozo artesanal												
e. Envasada												
f. Río												
g. Cisterna												
h. No han consumido otra												
13. ¿De cuál localidad era esa fuente de agua? Si ha vivido en otro lugar												
Anotar por miembro												

**Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>14. ¿Durante cuántos años consumieron agua de esa fuente?</b>												
Anotar el tiempo para cada miembro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>15. Ocupación</b>												
a. Oficios domiciliarios												
b. Agricultor												
b.1 Cañero												
b.2 Otro producto agrícola												
c. Estudiante												
d. Comerciante												
e. Pensionado												
f. Profesional												
g. Desempleado												
h. Obrero												
i. Menor												
<b>16. Escolaridad</b>												
a. Escuela Incompleta												
b. Escuela completa												
<b>17. Fuma</b>												
a. Si												
a.1 Número de cigarros por día	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2 Número de años	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/NR												
<b>18. Consumen bebidas alcohólicas</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>19. ¿Se exponen a agroquímicos, fertilizantes, herbicidas?</b>												
a. Si												
b. No												

## Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico

c. No sabe/NR												
<b>Miembro de familia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>20. ¿Cuánta cantidad de agua consumen diariamente?</b>												
a. Menos de medio litro												
b. Entre medio litro y un litro												
c. Entre un litro y un litro y medio												
d. Más de un litro y medio												
e. No sabe/NR												

Rellenar los siguientes datos que se solicita para cada miembro de la familia

21. Altura en m												
22. Peso en Kg												
23. Número de horas por día que pasa fuera de la casa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>24. Si algún miembro murió:</b>												
a. Anotar el año	a.1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	b.1. ¿Cuál fue la causa?						
b. Anotar la causa	a.2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	b.2. ¿Cuál fue la causa?						
	a.3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	b.3. ¿Cuál fue la causa?						
	a.4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	b.4. ¿Cuál fue la causa?						
	a.5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	b.5. ¿Cuál fue la causa?						

Padece algún miembro de la familia, de las siguientes enfermedades (marcar con una X, anotar año de diagnóstico, Y qué edad tenía?)

<b>Miembro de familia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>25. Parkinson</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>26. Enfermedades de riñón</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. Insuficiencia Renal												
c. Otra ¿Cuál?												
d. No												
e. No sabe/ NR												
<b>27. Enfermedades del hígado</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												

Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>28. Cirugía de Bypass</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>29. Angina</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>30. Enfermedades del corazón</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
d. No												
e. No sabe/ NR												
<b>31. Ataque al corazón</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
<b>32. Presión alta</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>33. Derrame</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>34. Aneurisma</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>35. Problemas circulatorios</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>36. Diabetes</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>37. Anemia</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>38. Cáncer de piel</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>39. Cáncer de vejiga</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>40. Cáncer de pulmón</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>41. Cáncer de hígado</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>42. Cáncer de riñón</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>43. Leucemia</b>												
a. Si												



Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>44. Otros tipos de cáncer, especificar</b>												
a. Si												
a.3. ¿Qué tipo?												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>45. Desórdenes de aprendizaje</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>46. Bronquitis crónica</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>47. Enfermedad pulmonar restrictiva</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>48. Asma</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>49. Cirrosis</b>												
a. Si												
a.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>50. Otros padecimientos, especificar</b>												
a.1 Si, ¿Cuál?												
a.1.1. Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.1.2. Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a.2 Si, ¿Cuál?												
a.2.1.Año diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a.2.2.Edad diagnóstico	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
a. No												
b. No sabe/ NR												

**Presenta algún miembro de la familia los siguientes síntomas: marcar con una X**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>51. Queratosis (engrosamiento o protuberancias en las manos o pies)</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>52. Manchas descoloridas en forma de gota de lluvia, difusas manchas café oscuras, o difuso oscurecimiento de la piel en las extremidades y el tronco</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>53. Manchas blancas en la piel</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>54. Tos crónica</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>55. Falta de concentración</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>56. Dolor crónico abdominal</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>57. Pérdida de apetito</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>58. Pérdida de memoria inmediata</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>59. Caída inexplicable de cabello</b>												
a. Si												

**Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>60. Heces con sangre</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>61. Vómito con sangre</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>62. Desórdenes del sueño</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												
<b>63. Depresión</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NR												

Completar la siguiente información en relación a efectos reproductivos:

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64. Cantidad de embarazos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>65. ¿Cuál ha sido el resultado? Anotar la cantidad de cada uno</b>												
a. Nacido vivo												
b. Aborto espontáneo												
b.1 Edades al momento del embarazo que finalizó antes de 5 meses.												
c. Muerte fetal												
c.1 Edades en el embarazo que después de 5 meses el feto murió o nació muerto												
d. Muerte Neonatal												
d.1 Edades en el embarazo que el recién nacido murió dentro de 28 días después del nacimiento												
e. Bajo peso al nacer												
e.1 Edades en el embarazo												

**Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
f.Problema de nacimiento												
f.1 Edades en el embarazo												

Presenta algún miembro de la familia los siguientes síntomas relacionados con efectos neuro sensoriales: marcar con una X

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>66. Amnesia</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NE												
<b>67. Deterioro de la escucha</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NE												
<b>68. Disminución de la visión</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/NR												
<b>69.Dolor de cabeza</b>												
a. Si												
b. No												

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
c. No sabe/ NE												
<b>70.Deterioro de la sensación de frío o calor</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NE												
<b>71.Deterioro del sentido del olfato</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NE												
<b>72. Entumecimiento</b>												
a. Si												
b. No												
c. No sabe/ NE												

En qué medida han presentado miembros de la familia durante las últimas 4 semanas algunos de los siguientes síntomas relacionados a la Insuficiencia Renal Crónica:

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>73.Cansancio</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												

Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
e. Muchísimo												
<b>74.Necesidad de descansar frecuentemente</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>75.No descansa bien</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>76.Limitada actividad física</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>77.Duerme durante el día</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
<b>Miembro de familia</b>												
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>78.Necesidad de dormir más</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>79.Dificultades para dormir</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>80.Dificultad para respirar</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>81.Dolor de huesos</b>												

**Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>82. Pérdida del gusto por la comida</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
a. Regular												
b. Mucho												
c. Muchísimo												
<b>83. Siente más frío que los otros</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>84. Molestias en el estómago</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
<b>85. Pies inflamados</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>86. Hinchazón alrededor de la cara</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>87. Moretes con facilidad en la piel</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>88. Dolores de piernas, piernas cansadas</b>												
a. Nada												
b. Un poco												

Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>89. Necesita orinar por la noche</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>90. Piel seca</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>91. Picazón en la piel</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>92. Cambios en el color de la piel</b>												

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a. Nada												
c. Un poco												
d. Regular												
e. Mucho												
f. Muchísimo												
<b>93. Dolor de articulaciones</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>94. Calambres musculares</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>95. Hormigueo en el pie y dedos</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												

**Continuación anexo 2: Cuestionario Epidemiológico**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
e. Muchísimo												
<b>96. Mal sabor en la boca</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>97. Estreñimiento</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>98. Irritable</b>												
a. Nada												
b. Un poco												
c. Regular												
d. Mucho												
e. Muchísimo												
<b>99. Diarrea</b>												
a. Nada												
b. Un poco												

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a. Regular												
b. Mucho												
c. Muchísimo												

**Antecedentes familiares**

Miembro de familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Enfermedad:</b>												
a. Alergias												
b. Gota												
c. Amputación de miembros												
d. Cáncer												
e. Diabetes												
f. Cardiopatías												
g. Hipertensión												
h. Artritis												
i. Enfermedades de la piel												
j. Otros												

**Bypass** puente quirúrgico que se realiza para eludir un vaso obstruido.

**Angina** Dolor torácico con sensación de ahogo que es causado por falta de oxígeno del músculo cardíaco (angina de pecho)

**Aneurisma** Dilatación anormal de la pared de un vaso sanguíneo causada por la presión de la sangre sobre una zona debilitada por una enfermedad o trauma

**Enfermedad pulmonar restrictiva** se deben a trastornos que limitan la expansión pulmonar mediante una reducción real del volumen de aire inspirado

**Amnesia** Pérdida completa o parcial de la memoria



**Anexo 3:** Tablas de distritos según zonas de exposición a arsénico

**Tabla 4:** Distritos clasificados en la categoría de no expuesto

Nombres y códigos de distritos no expuestos									
10201: Escazú	10307: Patarrá	10401: Santiago	10402: Mercedes Sur	10403: Barbacoas	10405: San Rafael	10408: San Antonio	10409: Chires	10501: San Marcos	10502: San Lorenzo
10601: Aserri	10602: Tarbaca	10603: Vuelta de Jorco	10604: San Gabriel	10605: Legua	10607: Salitrillos	10701: Colón	10702: Guayabo	10703: Tabarcia	10705: Picagres
10804: Mata de Plátano	10807: Purral	10902: Salitral	10903: Pozos	10904: Uruca	10905: Piedades	11003: San Antonio	11102: San Rafael	11201: San Ignacio	11202: Guaitil
11203: Palmichal	11301: San Juan	11402: San Jerónimo	11403: Trinidad	11601: San Pablo	11602: San Pedro	11701: Santa María	11801: Curridabat	11901: San Isidro de El General	11902: General
11905: San Pedro	11906: Platanares	11907: Pejibaye	11908: Cajón	12001: San Pablo	12002: San Andrés	12003: Llano Bonito	12004: San Isidro	12006: San Antonio	20103: Carrizal
20104: San Antonio	20106: San Isidro	20111: Turrúcares	20113: Garita	20203: San Juan	20207: San Isidro	20208: Ángeles	20211: Concepción	20301: Grecia	20302: San Isidro
20304: San Roque	20501: Atenas	20502: Jesús	20503: Mercedes	20504: San Isidro	20505: Concepción	20506: San José	20601: Naranjo	20603: San José	20605: San Jerónimo
20701: Palmares	20802: San Juan	20804: Carrillos	20805: Sabana Redonda	21002: Florencia	21005: Venecia	21006: Pital	21013: Pocosol	21101: Zarcero	21103: Tapesco
21105: Palmira	21201: Sarchí Norte	21205: Rodríguez	21301: Upala	21302: Aguas Claras	21303: San José (Pizote)	21304: Bijagua	21305: Delicias	21306: Dos Ríos (Colonia Mayorga)	21307: Yolillal
21404: San Jorge	30106: Guadalupe (Arenilla)	30107: Corralillo	30108: Tierra Blanca	30109: Dulce Nombre	30201: Paraíso	30203: Orosi	30301: Tres Ríos	30302: San Diego	30304: San Rafael
30305: Concepción	30306: Dulce Nombre	30401: Juan Viñas	30402: Tucurrique	30501: Turrialba	30503: Peralta	30504: Santa Cruz	30509: Santa Rosa	30510: Tres Equis	30601: Pacayas
30603: Capellades	30701: San Rafael	30702: Cot	30802: San Isidro	30803: Tobosi	40104: Ulloa (Barrial)	40105: Varablanca	40201: Barva	40202: San Pedro	40204: San Roque

Nombres y códigos de distritos no expuestos									
40401: Santa Bárbara	40403: San Juan	40405: Santo Domingo	40503: Santiago	40601: San Isidro	40603: Concepción	40701: San Antonio	40702: La Ribera	40801: San Joaquín	40901: San Pablo
41002: La Virgen	41003: Horquetas	50102: Cañas Dulces	50202: Mansión	50203: San Antonio	50204: Quebrada Honda	50205: Sámara	50206: Nosara	50302: Bolsón	50303: Veintisiete de Abril
50307: Diríá	50308: Cabo Velas	50309: Tamarindo	50404: Río Naranjo	50504: Belén	50603: San Miguel	50802: Quebrada Grande	50803: Tronadora	50804: Santa Rosa	50805: Libano
50807: Arenal	50901: Carmona	50906: Bejuco	51003: La Garita	51101: Hojanca	51102: Monte Romo	60102: Pitahaya	60104: Lepanto	60111: Cóbano	60113: Chira
60301: Buenos Aires	60302: Volcán	60306: Colinas	60307: Chánguena	60401: Miramar	60502: Palmar	60703: Guaycará	60802: Sabalito	60803: Aguabuena	60804: Limoncito
60901: Parrita	61002: La Cuesta	61004: Laurel	61101: Jacó	70101: Limón	70102: Valle La Estrella	70103: Río Blanco	70204: Roxana	70205: Cariari	70206: Colorado
70302: Pacuarito	70304: Germania	70305: Cairo	70401: Bratsi	70503: Carrandí	70602: Mercedes	70603: Pocora	70604: Río Jiménez	70605: Duacari	

Fuente: Elaboración propia con base en datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Tabla 5:** Distritos clasificados en la categoría de baja exposición

Nombres y códigos de distritos con baja exposición										
10103: Hospital	10202: San Antonio	10302: San Miguel	10407: Desamparados	10704: Piedras Negras	11802: Granadilla	11904: Rivas	11909: Barú	11911: El Páramo	20101: Alajuela	
20102: San José	20105: Guácima	20108: San Rafael	20109: Río Segundo	20110: Desamparados	20112: Tambor	20201: San Ramón	20204: Piedades Norte	20213: Peñas Blancas	20401: San Mateo	
20403: Jesús María	20507: Santa Eulalia	20606: San Juan	20707: Granja	20803: San Rafael	20902: Mastate	20904: Coyolar	20905: Ceiba	21001: Quesada	21007: Fortuna	
21011: Cutris	21402: Caño Negro	21501: San Rafael	21502: Buenavista	30102: Occidental	30103: Carmen	30104: San Nicolás	30110: Llano Grande	30505: Santa Teresita	30703: Potrero Cerrado	
30704: Cipreses	30801: El Tejar	40101: Heredia	40102: Mercedes	40103: San Francisco	40301: Santo Domingo	40303: San Miguel	40304: Paracito	40305: Santo Tomás	40306: Santa Rosa	

Nombres y códigos de distritos con baja exposición									
40307: Tures	40308: Pará	40404: Jesús	40501: San Rafael	40502: San Josecito	40703: Asunción	41001: Puerto Viejo	50101: Liberia	50104: Nacascolo	50105: Curubandé
50201: Nicoya	50301: Santa Cruz	50304: Tempate	50305: Cartagena	50306: Cuajiniquil	50402: Fortuna	50403: Mogote	50501: Filadelfia	50502: Palmira	50503: Sardinal
50605: Porosal	50701: Juntas	50702: Sierra	50704: Colorado	50801: Tilarán	50806: Tierras Morenas	60103: Chomes	60105: Paquera	60108: Barranca	60201: Espiritu Santo
60202: San Juan Grande	60303: Potrero Grande	60501: Cortés	60504: Bahía Ballena	60601: Quepos	60701: Golfito	60702: Jiménez	61001: Corredor	61003: Canoas	61102: Tárcoles
70104: Matama	70201: Guápiles	70203: Rita	70301: Siquirres	70402: Sixaola	70403: Cahuita	70501: Matina	70502: Batán	70601: Guácimo	

Fuente: Elaboración propia con base en datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Tabla 6:** Distritos sin datos del 2009 al 2011 del Laboratorio Nacional de Aguas excluidos del análisis de clasificación por zonas de exposición

Nombres y códigos de distritos excluidos del análisis por zonas de exposición									
10101: Carmen	10102: Merced	10104: Catedral	10105: Zapote	10106: San Francisco de Dos Ríos	10107: Uruca	10108: Mata Redonda	10109: Pavas	10110: Hatillo	10111: San Sebastián
10203: San Rafael	10301: Desamparados	10303: San Juan de Dios	10304: San Rafael	10305: San Antonio	10306: Frailes	10308: San Cristóbal	10309: Rosario	10310: Damas	10311: San Rafael Abajo
10312: Gravilias	10404: Grifo Alto	10406: Candelarita	10503: San Carlos	10606: Monterrey	10801: Guadalupe	10802: San Francisco	10803: Calle Blancos	10805: Ipis	10806: Rancho Redondo
10901: Santa Ana	10906: Brasil	11001: Alajuelita	11002: San Josecito	11004: Concepción	11005: San Felipe	11101: San Isidro	11103: Jesús (Dulce Nombre)	11104: Patalillo	11105: Cascajal
11204: Cangrejal	11205: Sabanillas	11302: Cinco Esquinas	11303: Anselmo Llorente	11304: León XIII	11305: Colima	11401: San Vicente	11501: San Pedro	11502: Sabanilla	11503: Mercedes (Betania)

Nombres y códigos de distritos excluidos del análisis por zonas de exposición										
11504: Rafael	San Juan Mata	11603: San de Luis	11604: San Luis	11702: Jardín	11703: Copey	11803: Sánchez	11804: Tirrases	11903: Daniel Flores	11910: Río Nuevo	12005: Santa Cruz
20107: Sabanilla	20114: Sarapiquí	20202: Santiago	20205: Piedades Sur	20206: San Rafael	20209: Alfaro	20210: Volio	20212: Zapotal	20303: San José	20305: Tcares	
20306: Río Cuarto	20307: Puente de Piedra	20308: Bolívar	20402: Desmonte	20602: San Miguel	20604: Cirri Sur	20607: Rosario	20702: Zaragoza	20703: Buenos Aires	20704: Santiago	
20705: Candelaria	20706: Esquipulas	20801: San Pedro	20901: Orotina	20903: Hacienda Vieja	21003: Buenavista	21008: Tigra	21010: Venado	21012: Monterrey	21102: Laguna	
21104: Guadalupe	21106: Zapote	21107: Brisas	21202: Sarchí Sur	21203: Toro Amarillo	21204: San Pedro	21503: Cote	30101: Oriental	30105: Aguacaliente (San Francisco)	30111: Quebradilla	
30202: Santiago	30204: Cachí	30303: San Juan	30307: San Ramón	30308: Río Azul	30403: Pejibaye	30502: La Suiza	30506: Pavones	30507: Tuis	30508: Tayutic	
30602: Cervantes	30705: Santa Rosa	30804: Patio de Agua	40203: San Pablo	40205: Santa Lucía	40206: San José de la Montaña	40302: San Vicente	40402: San Pedro	40406: Purab	40504: Ángeles	
40505: Concepción	40602: San José	40604: San Francisco	40802: Barrantes	40803: Llorente	41004: Llanuras del Gaspar	41005: Curena	50207: Belén de Nosarita	50602: Palmira	50703: San Juan	
50902: Santa Rita	50903: Zapotal	50904: San Pablo	50905: Porvenir	51002: Santa Cecilia	51004: Santa Elena	51103: Puerto Carrillo	51104: Huacas	60101: Puntarenas	60106: Manzanillo	
60107: Guacimal	60109: Monteverde	60112: Chacarita	60114: Acapulco	60203: Macacona	60204: San Rafael	60205: San Jerónimo	60304: Boruca	60305: Pilas	60308: Biolley	
60402: Unión	60403: San Isidro	60503: Sierpe	60505: Piedras Blancas	60602: Savegre	60603: Naranjito	60801: San Vito	60805: Pittier	70202: Jiménez	70303: Florida	
70306: Alegría										

Fuente: Elaboración propia con base en datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Anexo 4:** Cuadros de Índices de Riesgo Estandarizado por Edad según exposición a arsénico

**Cuadro 31:** Áreas con exceso de riesgo de Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 del 2003 al 2011 según zona de exposición a arsénico

Exceso de riesgo por Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 en Costa Rica del 2003 al 2011											
Excluidos			No expuesto			Baja exposición			Mediana a alta exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC
40206: San José de la Montaña	2,76	4,85 (1,98-7,72)*	50206: Nosara	5,68	9,74 (5,36-14,12)*	60701: Golfito	4,68	7,58 (5,50-9,66)*	50604: Bebedero	4,97	9,33 (4,26-14,40)*
10101: Carmen	4,87	4,53 (1,97-7,10)*	50205: Sámará	4,53	7,60 (3,47-11,72)*	50104: Nacascolo	4,14	7,10 (1,84-12,37)*	21401: Los Chiles	3,62	7,11 (4,94-9,29)*
11702: Jardín	1,91	3,39 (0,00-10,05)	60703: Guaycará	3,21	5,50 (3,68-7,32)*	50501: Filadelfia	2,71	4,62 (2,60-6,65)*	50401: Bagaces	3,00	5,12 (3,32-6,92)*
50903: Zapotal	2,49	3,29 (0,00-7,02)	50307: Diríá	3,98	5,15 (2,35-7,95)*	60501: Cortés	2,80	4,47 (2,28-6,65)*	50601: Cañas	2,61	4,68 (3,39-5,96)*
60503: Sierpe	1,87	3,13 (0,81-5,45)	21303: San José (Pizote)	2,43	4,44 (2,27-6,62)*	50301: Santa Cruz	2,58	3,89 (2,78-5,01)*	60704: Pavón	1,44	2,66 (0,53-4,78)
11910: Río Nuevo	1,74	3,11 (0,38-5,84)	21306: Dos Ríos (Colonia Mayorga)	2,15	4,17 (0,83-7,50)	50502: Palmira	2,13	3,68 (1,28-6,09)*	51001: La Cruz	1,23	2,21 (0,84-3,58)
20604: Cirrí Sur	1,68	3,07 (0,80-5,34)	50303: Veintisiete de Abril	2,60	3,80 (1,73-5,87)*	60702: Jiménez	2,05	3,48 (1,42-5,54)*	21403: El Amparo	0,69	1,43 (0,03-2,83)
30506: Pavones	1,66	2,84 (0,87-4,81)	51101: Hojancha	2,43	3,60 (1,25-5,95)*	50201: Nicoya	2,22	3,35 (2,38-4,32)*	50103: Mayorga	0,75	1,31 (0,00-3,87)
10906: Brasil	1,41	2,69 (0,00-5,74)	50302: Bolsón	2,51	3,49 (0,07-6,91)	50304: Tempate	2,15	3,32 (1,02-5,63)*			
30101: Oriental	1,70	2,04 (1,12-2,95)*	50202: Mansión	2,51	3,39 (1,38-5,39)*	21402: Caño Negro	1,97	3,15 (0,00-6,72)			

Exceso de riesgo por Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 en Costa Rica del 2003 al 2011

Excluidos			No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC
11001: Alajuelita	1,19	2,02 (1,03-3,00)*	60502: Palmar	2,01	3,33 (1,70-4,96)*	30401: Juan Viñas	1,37	2,29 (0,79-3,79)	50306: Cuajiniquil	1,72	2,76 (0,00-6,58)
11903: Daniel Flores	1,09	2,00 (1,31-2,70)*	60113: Chira	1,75	3,08 (0,00-6,57)	50308: Cabo Velas	1,27	2,29 (0,05-4,53)	50105: Curubandé	1,39	2,41 (0,00-5,14)
11603: San Juan de Mata	1,18	1,98 (0,00-4,23)	11906: Platanares	1,56	2,85 (1,17-4,53)*	20301: Grecia	1,51	2,25 (1,31-3,19)*	30505: Santa Teresita	1,38	2,35 (0,61-4,09)
20607: Rosario	0,80	1,54 (0,00-3,29)	50203: San Antonio	2,19	2,70 (1,29-4,12)*	40201: Barva	1,44	2,17 (0,56-3,77)	61003: Canoas	1,30	2,33 (0,95-3,71)
60101: Puntarenas	1,11	1,47 (0,51-2,43)	50802: Quebrada Grande	1,53	2,59 (0,05-5,12)	30501: Turrialba	1,33	2,11 (1,49-2,73)*	50101: Liberia	1,31	2,33 (1,74-2,93)*
30508: Tayutic	0,65	1,28 (0,00-2,72)	21103: Tapesco	1,23	2,49 (0,00-7,37)	61101: Jacó	1,04	2,11 (0,96-3,25)	30110: Llano Grande	1,21	2,31 (0,28-4,33)
60602: Savegre	0,71	1,23 (0,00-2,93)	60102: Pitahaya	1,43	2,45 (0,00-5,85)	20701: Palmares	1,56	2,10 (0,42-3,78)	50305: Cartagena	1,42	2,28 (0,28-4,28)
30105: Agua caliente (San Francisco)	0,57	1,19 (0,73-1,66)	50204: Quebrada Honda	1,78	2,44 (0,05-4,84)	20302: San Isidro	1,18	2,04 (0,63-3,46)	70502: Batán	1,06	2,11 (1,18-3,03)*
11504: San Rafael	0,66	1,19 (0,31-2,08)	30803: Tobosi	1,20	2,44 (0,75-4,13)	11201: San Ignacio	1,14	1,96 (0,75-3,18)	30104: San Nicolás	1,11	1,99 (1,22-2,75)*
10404: Grifo Alto	0,83	1,19 (0,00-3,52)	10902: Salitral	1,29	2,36 (0,29-4,43)	30301: Tres Ríos	1,36	1,94 (0,89-3,00)	40501: San Rafael	1,23	1,98 (0,75-3,20)

**Exceso de riesgo por Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 en Costa Rica del 2003 al 2011**

Excluidos			No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC
21008: Tigua	0,60	1,17 (0,02-2,31)	21404: San Jorge	0,98	1,89 (0,00-4,50)	40104: Ulloa (Barrial)	0,75	1,50 (0,92-2,07)	70501: Matina	0,90	1,90 (0,72-3,08)
60505: Piedras Blancas	0,72	1,13 (0,00-2,70)	20504: San Isidro	1,11	1,83 (0,00-3,89)	21101: Zarcero	0,95	1,46 (0,03-2,90)	21501: San Rafael	1,03	1,90 (0,58-3,22)
60106: Manzanillo	0,58	1,07 (0,00-2,55)	70101: Limón	0,97	1,75 (1,32-2,18)*	70103: Río Blanco	0,63	1,24 (0,02-2,46)	11909: Barú	1,00	1,64 (0,00-3,92)
11804: Tirrases	0,53	1,06 (0,40-1,72)	50805: Líbano	1,34	1,72 (0,00-5,09)	21006: Pital	0,63	1,23 (0,43-2,03)	21001: Quesada	0,85	1,52 (1,03-2,02)*
10305: San Antonio	0,72	1,06 (0,27-1,84)	40601: San Isidro	0,99	1,71 (0,21-3,22)	11601: San Pablo	0,73	1,23 (0,00-3,64)	40307: Tures	0,95	1,51 (0,00-3,21)
10104: Catedral	0,87	1,06 (0,43-1,68)	40801: San Joaquín	1,04	1,64 (0,50-2,78)	11403: Trinidad	0,67	1,21 (0,53-1,90)	30103: Carmen	0,89	1,45 (0,69-2,21)
51002: Santa Cecilia	0,53	1,04 (0,00-2,23)	21201: Sarchí Norte	0,99	1,62 (0,42-2,82)	41002: La Virgen	0,63	1,21 (0,24-2,18)	70402: Sixaola	0,59	1,40 (0,43-2,37)
10304: San Rafael	0,60	1,04 (0,36-1,72)	11102: San Rafael	0,90	1,58 (0,41-2,75)	30402: Tucurrique	0,68	1,19 (0,00-2,53)	50701: Juntas	0,79	1,26 (0,33-2,20)
50902: Santa Rita	0,67	1,04 (0,00-3,08)	20203: San Juan	0,93	1,54 (0,59-2,50)	30802: San Isidro	0,61	1,15 (0,23-2,06)	40303: San Miguel	0,75	1,23 (0,15-2,30)
11302: Cinco Esquinas	0,64	1,03 (0,02-2,04)	40202: San Pedro	0,83	1,53 (0,47-2,60)	11908: Cajón	0,58	1,09 (0,13-2,04)	20109: Río Segundo	0,75	1,21 (0,37-2,05)
70303: Florida	0,56	1,03 (0,00-3,04)	21304: Bijagua	0,95	1,52 (0,03-3,01)	20113: Garita	0,62	1,07 (0,13-2,02)	40301: Santo Domingo	1,00	1,20 (0,15-2,25)

Exceso de riesgo por Insuficiencia Renal Crónica CIE-10 N18 en Costa Rica del 2003 al 2011								
No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por IRC e IC
60801: San Vito	0,57	1,03 (0,36-1,70)	20106: San Isidro	0,82	1,50 (0,74-2,25)	20101: Alajuela	0,81	1,18 (0,79-1,56)
11901: San Isidro de El General	0,84	1,43 (0,97-1,89)	70305: Cairo	0,58	1,06 (0,00-2,25)	30704: Cipreses	0,62	1,17 (0,00-2,80)
61002: La Cuesta	0,81	1,42 (0,00-3,03)	21305: Delicias	0,56	1,05 (0,00-2,52)	41001: Puerto Viejo	0,47	1,11 (0,55-1,67)
20501: Atenas	0,95	1,42 (0,44-2,41)	10601: Aserri	0,55	1,03 (0,47-1,59)	10103: Hospital	0,67	1,03 (0,51-1,55)
20805: Sabana Redonda	0,64	1,39 (0,00-3,33)	30701: San Rafael	0,57	1,01 (0,50-1,53)	70601: Guácimo	0,53	1,03 (0,39-1,66)
11905: San Pedro	0,72	1,39 (0,36-2,42)	21205: Rodríguez	0,54	1,00 (0,00-2,95) <sup>a</sup>	20201: San Ramón	0,78	1,02 (0,26-1,77)
21301: Upala	0,76	1,38 (0,52-2,23)						
12004: San Isidro	0,69	1,36 (0,00-4,03)						
11203: Palmichal	0,73	1,29 (0,00-2,75)						
60104: Lepanto	0,85	1,29 (0,33-2,24)						
50102: Cañas Dulces	0,79	1,27 (0,00-3,04)						
11402: San Jerónimo	0,75	1,26 (0,03-2,49)						
70604: Río Jiménez	0,63	1,24 (0,25-2,24)						

(\*) Significativo estadísticamente

Fuente: Elaboración propia con base en Área de estadística de la CCSS, proyecciones distritales de población del CCP y datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012



**Cuadro 32:** Áreas con exceso de riesgo de cáncer de riñón CIE-10 C 64 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico

Exceso de riesgo por cáncer de riñón CIE-10 C64 en Costa Rica de 1997 al 2005											
Excluidos			No expuesto			Baja exposición			Mediana a alta exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC
10101: Carmen	4,27	7,83 (3,73-11,94)*	30301: Tres Ríos	1,17	3,99 (1,73-6,24)*	50502: Palmira	1,21	5,59 (0,69-10,49)	51001: La Cruz	0,49	2,51 (0,05-4,97)
11302: Cinco Esquinas	0,76	3,05 (0,38-5,73)	12001: San Pablo	0,74	3,88 (0,00-8,26)	20902: Mastate	1,17	4,79 (0,00-11,4)	21004: Aguas Zarcas	0,20	1,12 (0,00-2,38)
12005: Santa Cruz	0,60	3,04 (0,00-9,01)	40401: Santa Bárbara	0,88	3,60 (0,44-6,75)	40703: Asunción	0,97	3,52 (0,07-6,97)			
10404: Grifo Alto	0,87	2,94 (0,00-8,70)	50805: Libano	1,16	3,56 (0,00-10,55)	40303: San Miguel	0,66	2,79 (0,06-5,52)			
10801: Guadalupe	0,96	2,64 (1,56-3,73)*	20605: San Jerónimo	0,69	3,28 (0,00-7,81)	40101: Heredia	0,92	2,64 (1,45-3,83)*			
11101: San Isidro	0,61	2,61 (0,99-4,22)	20804: Carrillos	0,55	2,75 (0,05-5,44)	20201: San Ramón	0,81	2,47 (0,76-4,18)			
11502: Sabanilla	0,59	2,30 (0,60-4,01)	40601: San Isidro	0,58	2,64 (0,00-5,62)	40301: Santo Domingo	0,94	2,46 (0,30-4,61)			
30308: Río Azul	0,37	2,26 (0,05-4,47)	20211: Concepción	0,52	2,53 (0,00-7,48)	20109: Río Segundo	0,53	2,09 (0,42-3,76)			
11501: San Pedro	0,70	2,17 (1,19-3,15)*	50803: Tronadora	0,55	2,46 (0,00-7,28)	11909: Barú	0,42	1,95 (0,00-5,78)			
30602: Cervantes	0,41	2,02 (0,00-4,83)	50804: Santa Rosa	0,57	2,35 (0,00-6,95)	20204: Piedades Norte	0,39	1,87 (0,00-3,99)			

Exceso de riesgo por cáncer de riñón CIE-10 C64-en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC
11204: Cangrejal	0,49	1,94 (0,00-5,74)	10601: Aserri	0,45	2,32 (0,95-3,69)	21201: Sarchi Norte	0,44	1,85 (0,00-3,95)	70201: Guápiles	0,34	1,85 (0,71-3,00)
30101: Oriental	0,62	1,68 (0,52-2,85)	40801: San Joaquín	0,59	2,30 (0,05-4,56)	11701: Santa María	0,45	1,84 (0,00-4,39)	30704: Cipreses	0,33	1,74(0,00-5,16)
60106: Manzanillo	0,30	1,60 (0,00-4,73)	20701: Palmares	0,72	2,28 (0,00-4,86)	21013: Pocosol	0,32	1,77 (0,04-3,50)	10103: Hospital	0,49	1,74 (0,76-2,73)
10110: Hatillo	0,42	1,56 (0,92-2,19)	40201: Barva	0,60	2,17 (0,00-4,63)	30306: Dulce Nombre	0,29	1,71 (0,00-4,09)	50301: Santa Cruz	0,44	1,64 (0,50-2,78)
60101: Puntarenas	0,52	1,56 (0,19-2,92)	20506: San José	0,54	2,09 (0,00-6,18)	61101: Jacó	0,27	1,68 (0,00-4,01)	10202: San Antonio	0,32	1,56 (0,40-2,71)
11910: Río Nuevo	0,31	1,54 (0,00-4,57)	50302: Bolsón	0,60	2,02 (0,00-5,97)	30802: San Isidro	0,31	1,67 (0,00-3,56)	21501: San Rafael	0,29	1,51 (0,00-3,59)
10109: Pavas	0,32	1,53 (0,94-2,11)	10201: Escazú	0,55	1,98 (0,51-3,44)	30601: Pacayas	0,36	1,64 (0,00-3,91)	61001: Corredor	0,29	1,39 (0,17-2,62)
10305: San Antonio	0,40	1,44 (0,03-2,85)	51101: Hojancha	0,52	1,96 (0,00-4,67)	11301: San Juan	0,55	1,64 (0,78-2,49)	21001: Quesada	0,29	1,38 (0,57-2,20)
11503: Mercedes (Betania)	0,40	1,43 (0,00-3,42)	30109: Dulce Nombre	0,45	1,93 (0,00-4,11)	10903: Pozos	0,31	1,62 (0,00-3,45)	20101: Alajuela	0,41	1,37 (0,73-2,00)
40203: San Pablo	0,28	1,43 (0,00-3,41)	21101: Zarcero	0,50	1,90 (0,00-4,52)	20504: San Isidro	0,38	1,61 (0,00-4,75)	40102: Mercedes	0,34	1,36 (0,35-2,38)

Exceso de riesgo por cáncer de riñón CIE-10 C64-en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC
11001: Alajuelita	0,31	1,36 (0,03-2,70)	10904: Uruca	0,34	1,54 (0,00-3,69)	11908: Cajón	0,25	1,35 (0,00-3,21)	20102: San José	0,29	1,35 (0,55-2,15)
10805: Ipís	0,29	1,35 (0,42-2,29)	11003: San Antonio	0,29	1,47 (0,00-4,36)	60301: Buenos Aires	0,22	1,33 (0,03-2,64)	20401: San Mateo	0,38	1,24 (0,00-3,68)
11304: León XIII	0,25	1,35 (0,03-2,68)	21002: Florencia	0,30	1,47 (0,03-2,91)	30401: Juan Viñas	0,30	1,31 (0,00-3,12)	50501: Filadelfia	0,27	1,21 (0,00-2,88)
20306: Río Cuarto	0,24	1,31 (0,00-3,13)	11901: San Isidro de El General	0,33	1,47 (0,70-2,24)	20505: Concepción	0,31	1,29 (0,00-3,83)	50704: Colorado	0,24	1,14 (0,00-3,37)
10107: Uruca	0,23	1,28 (0,33-2,22)	11801: Curridabat	0,38	1,45 (0,63-2,27)	10702: Guayabo	0,29	1,29 (0,00-3,82)	11911: El Páramo	0,23	1,13 (0,00-3,34)
21204: San Pedro	0,29	1,28 (0,00-3,78)	30106: Guadalupe (Arenilla)	0,30	1,43 (0,03-2,82)	61002: La Cuesta	0,27	1,26 (0,00-3,73)	21007: Fortuna	0,19	1,13 (0,00-2,69)
10105: Zapote	0,42	1,26 (0,44-2,09)	60804: Limoncito	0,29	1,40 (0,00-4,14)	10502: San Lorenzo	0,23	1,25 (0,00-3,69)	60103: Chomes	0,23	1,05 (0,00-3,10)
20107: Sabanilla	0,23	1,26 (0,00-3,01)	11403: Trinidad	0,27	1,37 (0,03-2,72)	20603: San José	0,3	1,22 (0,00-3,60)	50304: Tempate	0,28	1,04 (0,00-3,09)
20604: Cirrí Sur	0,25	1,22 (0,00-3,62)	20501: Atenas	0,40	1,37 (0,00-2,93)	20113: Garita	0,28	1,16 (0,00-2,76)	30801: El Tejar	0,20	1,00 (0,02-1,98) <sup>a</sup>
30105: Aguacaliente (San Francisco)	0,19	1,22 (0,24-2,20)	30702: Cot	0,24	1,37 (0,00-3,27)	30203: Orosi	0,21	1,11 (0,00-2,66)			

Exceso de riesgo por cáncer de riñón CIE-10 C64 en Costa Rica de 1997 al 2005								
Excluidos			Excluidos			No expuesto		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de riñón e IC
20706: Esquipulas	0,26	1,20 (0,00-3,54)	11803: Sánchez	0,29	1,15 (0,00-3,41)	60401: Miramar	0,28	1,10 (0,00-2,62)
30508: Tayutic	0,22	1,18 (0,00-3,50)	60503: Sierpe	0,24	1,08 (0,00-3,20)	30501: Turrialba	0,27	1,09 (0,38-1,80)
40802: Barrantes	0,34	1,18 (0,00-3,49)	11005: San Felipe	0,16	1,07(0,13-2,01)	70305: Cairo	0,22	1,06 (0,00-3,14)
20205: Piedades Sur	0,27	1,18 (0,00-3,49)	20206: San Rafael	0,23	1,07 (0,00-2,54)	10501: San Marcos	0,23	1,04 (0,00-2,49)
10203: San Rafael	0,29	1,17 (0,23-2,10)	11401: San Vicente	0,31	1,05 (0,40-1,70)	20104: San Antonio	0,21	1,04 (0,13-1,96)
20801: San Pedro	0,28	1,17 (0,00-2,79)	11004: Concepción	0,20	1,04 (0,02-2,06)	21304: Bijagua	0,24	1,01(0,00-2,99)
10102: Merced	0,36	1,16 (0,14-2,18)	40505: Concepción	0,22	1,02 (0,00-3,02)			
10301: Desamparados	0,29	1,16 (0,47-1,84)	11804: Tirrases	0,18	1,00 (0,00-2,14) <sup>a</sup>			

(\*) Significativo estadísticamente

(<sup>a</sup>) IME=1,00

Fuente: Elaboración propia con base en Registro Nacional de Tumores, proyecciones distritales de población del CCP y datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Cuadro 33:** Áreas con exceso de riesgo de cáncer de vejiga CIE-10 C 67 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico

Exceso de riesgo por cáncer de vejiga CIE-10 C67 en Costa Rica de 1997 al 2005											
Excluidos			No expuesto			Baja exposición			Mediana a alta exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC
21203: Toro Amarillo	3,21	18,34 (0,00-54,28)	10602: Tarbaca	1,56	6,52 (0,00-15,54)	10704: Piedras Negras	2,90	8,83 (0,00-26,13)	21403: El Amparo	0,18	1,15 (0,00-3,40)
10606: Monterrey	2,42	7,75 (0,00-22,94)	21103: Tapesco	0,97	5,55 (0,00-16,42)	10407: Desamparaditos	1,67	5,57 (0,00-16,49)			
21104: Guadalupe	1,20	7,05 (0,00-20,87)	20701: Palmares	1,20	2,88 (0,36-5,40)	40501: San Rafael	1,24	4,45 (1,82-7,08)*			
10101: Carmen	3,97	4,16 (1,90-6,42)*	30401: Juan Viñas	0,76	2,77 (0,34-5,20)	40301: Santo Domingo	1,89	3,44 (1,31-5,58)*			

**Exceso de riesgo por cáncer de vejiga CIE-10 C67 en Costa Rica de 1997 al 2005**

Excluidos			No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC
11302: Cinco Esquinas	1,22	3,89 (1,19-6,59)*	20805: Sabana Redonda	0,42	2,58 (0,00-7,63)	30108: Tierra Blanca	0,42	1,85 (0,00-4,41)	11904: Rivas	0,74	3,17 (0,39-5,95)
30403: Pejibaye	0,87	3,85 (0,00-8,20)	30301: Tres Ríos	0,88	2,44 (0,84-4,03)	30306: Dulce Nombre	0,29	1,83 (0,00-4,37)	21011: Cutris	0,50	2,81 (0,06-5,56)
30101: Oriental	1,86	3,62 (2,17-5,07)*	11402: San Jerónimo	0,58	2,42 (0,00-5,16)	40603: Concepción	0,44	1,82 (0,00-5,39)	20201: San Ramón	1,02	2,32 (0,88-3,75)
11101: San Isidro	0,85	3,22 (1,53-4,91)*	20211: Concepción	0,52	2,28 (0,00-6,75)	30501: Turrialba	0,54	1,82 (0,98-2,65)	21501: San Rafael	0,43	2,14 (0,00-4,56)
10107: Uruca	0,59	3,19 (1,72-4,67)*	50803: Tronadora	0,55	2,20 (0,00-6,51)	10201: Escazú	0,63	1,80 (0,55-3,05)	40305: Santo Tomás	0,55	1,77(0,00-3,78)
60603: Naranjito	0,77	2,88 (0,00-6,86)	60102: Pitahaya	0,55	2,09 (0,00-6,20)	30603: Capellades	0,43	1,77 (0,00-5,24)	50304: Tempate	0,56	1,66 (0,00-3,97)
11502: Sabanilla	0,85	2,85 (1,08-4,61)*	30701: San Rafael	0,48	2,06 (0,90-3,23)	20111: Turrucares	0,47	1,77 (0,00-3,77)	20102: San José	0,40	1,66 (0,82-2,49)
60106: Manzanillo	0,60	2,84 (0,00-6,77)	50804: Santa Rosa	0,57	2,03 (0,00-6,00)	20501: Atenas	0,66	1,75 (0,22-3,28)	10103: Hospital	0,61	1,66 (0,82-2,49)
20607: Rosario	0,60	2,83 (0,00-6,76)	11203: Palmichal	0,50	1,93 (0,00-4,60)	10402: Mercedes Sur	0,55	1,73 (0,00-3,69)	60701: Golfito	0,44	1,50 (0,19-2,82)
40505: Concepción	0,67	2,80 (0,00-5,97)	30106: Guadalupe (Arenilla)	0,46	1,91 (0,38-3,44)	10905: Piedades	0,46	1,67 (0,00-3,55)	40101: Heredia	0,73	1,49 (0,73-2,24)

Exceso de riesgo por cáncer de vejiga CIE-10 C67 en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC
50905: Porvenir	1,01	2,68 (0,00-7,93)	30107: Corralillo	0,41	1,66 (0,03-3,29)	20502: Jesús	0,53	1,45 (0,00-3,47)	60702: Jiménez	0,32	1,36 (0,00-3,24)
10906: Brasil	0,53	2,64 (0,00-7,82)	10405: San Rafael	0,63	1,58 (0,00-4,68)	40801: San Joaquín	0,45	1,44 (0,00-3,06)	20606: San Juan	0,36	1,33 (0,00-3,94)
20305: Tacares	0,68	2,64 (0,33-4,95)	10601: Aserri	0,33	1,57 (0,48-2,66)	40701: San Antonio	0,37	1,36 (0,03-2,70)	20112: Tambor	0,30	1,31 (0,00-2,78)
10308: San Cristóbal	0,57	2,62 (0,00-6,25)	50802: Quebrada Grande	0,38	1,56 (0,00-4,62)	11003: San Antonio	0,29	1,36 (0,00-4,03)	20110: Desamparados	0,26	1,23 (0,25-2,22)
21010: Venado	0,58	2,38 (0,00-7,04)	40601: San Isidro	0,39	1,54 (0,00-3,69)	40702: La Ribera	0,34	1,36 (0,00-3,24)	40307: Tures	0,35	1,20 (0,00-3,55)
40206: San José de la Montaña	0,51	2,26 (0,00-5,39)	20301: Grecia	0,54	1,54 (0,47-2,61)	10501: San Marcos	0,35	1,35 (0,00-2,89)	30801: El Tejar	0,26	1,18 (0,15-2,21)
30204: Cachí	0,56	2,15 (0,00-4,59)	11901: San Isidro de El General	0,40	1,54 (0,81-2,27)	10902: Salitral	0,28	1,32 (0,00-3,92)	50101: Liberia	0,27	1,17 (0,48-1,87)
20308: Bolívar	0,44	2,14 (0,00-4,55)	50302: Bolsón	0,60	1,51 (0,00-4,48)	11301: San Juan	0,59	1,31 (0,65-1,98)	50301: Santa Cruz	0,39	1,15 (0,30-2,00)
20801: San Pedro	0,56	1,99 (0,04-3,93)	50901: Carmona	0,48	1,50 (0,00-4,45)	20504: San Isidro	0,38	1,31 (0,00-3,88)	30104: San Nicolás	0,26	1,14 (0,23-2,05)
60503: Sierpe	0,48	1,93 (0,00-4,60)	30601: Pacayas	0,36	1,47 (0,00-3,51)	41002: La Virgen	0,25	1,30 (0,00-3,10)	70201: Guápiles	0,20	1,11 (0,22-1,99)
10304: San Rafael	0,44	1,88 (0,38-3,38)	11701: Santa María	0,45	1,47 (0,00-3,50)	10804: Mata de Plátano	0,29	1,29 (0,16-2,42)	21007: Fortuna	0,19	1,11 (0,00-2,64)

**Exceso de riesgo por cáncer de vejiga CIE-10 C67 en Costa Rica de 1997 al 2005**

Excluidos			No expuesto			No expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC
10801: Guadalupe	0,91	1,78 (1,04-2,52)*	20804: Carrillos	0,28	1,26 (0,00-3,01)	20505: Concepción	0,31	1,08 (0,00-3,21)	20707: Granja	0,30	1,10 (0,00-3,24)
20107: Sabanilla	0,34	1,78 (0,00-3,79)	12001: San Pablo	0,25	1,24 (0,00-3,68)	30109: Dulce Nombre	0,30	1,08 (0,00-2,57)	50503: Sardinal	0,28	1,08 (0,00-2,30)
50904: San Pablo	0,55	1,72 (0,00-5,10)	60804: Limoncito	0,29	1,23 (0,00-3,65)	11905: San Pedro	0,21	1,07 (0,00-2,54)	60202: San Juan Grande	0,27	1,07 (0,00-3,16)
11504: San Rafael	0,36	1,72 (0,00-3,66)	20304: San Roque	0,31	1,22 (0,00-2,60)	21301: Upala	0,23	1,07 (0,00-2,27)	11802: Granadilla	0,24	1,06 (0,00-2,26)
60308: Biolley	0,31	1,68 (0,00-4,98)	40401: Santa Bárbara	0,35	1,21 (0,00-2,89)	40202: San Pedro	0,22	1,05 (0,00-2,51)	50501: Filadelfia	0,27	1,04 (0,00-2,47)
10108: Mata Redonda	0,85	1,61 (0,49-2,72)	40201: Barva	0,40	1,21 (0,00-2,88)	61002: La Cuesta	0,27	1,05 (0,00-3,10)	21001: Quesada	0,23	1,01 (0,35-1,67)
10301: Desamparados	0,48	1,56 (0,84-2,28)	20208: Ángeles	0,27	1,20 (0,00-2,85)	21201: Sarchí Norte	0,30	1,05 (0,00-2,50)	11911: El Páramo	0,23	1,00 (0,00-2,96) <sup>a</sup>
10309: Rosario	0,35	1,50 (0,00-4,43)	20207: San Isidro	0,25	1,19 (0,00-3,54)	10903: Pozos	0,20	1,04 (0,00-2,48)			
20901: Orotina	0,48	1,45 (0,03-2,87)	40104: Ulloa (Barrial)	0,20	1,19 (0,15-2,23)	30803: Tobosi	0,17	1,02 (0,00-3,02)			
10104: Catedral	0,85	1,45 (0,66-2,23)	20104: San Antonio	0,26	1,14 (0,23-2,04)	50204: Quebrada Honda	0,42	1,02 (0,00-3,01)			
10901: Santa Ana	0,45	1,43 (0,03-2,84)	50303: Veintisiete de Abril	0,39	1,09 (0,00-2,60)						



Exceso de riesgo por cáncer de vejiga CIE-10 C67 en Costa Rica de 1997 al 2005					
Excluidos			Excluidos		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de vejiga e IC
10106: San Francisco de Dos Ríos	0,53	1,41 (0,61-2,21)	10110: Hatillo	0,36	1,09 (0,61-1,57)
10805: Ipís	0,33	1,41 (0,49-2,33)	20706: Esquipulas	0,26	1,09 (0,00-3,24)
20307: Puente de Piedra	0,30	1,41 (0,00-3,01)	10105: Zapote	0,47	1,04 (0,39-1,68)
30507: Tuis	0,37	1,41 (0,00-4,17)	11103: Jesús (Dulce Nombre)	0,20	1,03 (0,00-2,47)
11501: San Pedro	0,59	1,35 (0,69-2,01)			
11205: Sabanillas	0,39	1,33 (0,00-3,93)			
10109: Pavas	0,29	1,29 (0,77-1,80)			
60101: Puntarenas	0,52	1,21 (0,15-2,27)			
10306: Frailes	0,27	1,19 (0,00-3,52)			
10203: San Rafael	0,34	1,18 (0,31-2,06)			
11401: San Vicente	0,40	1,11 (0,51-1,72)			

(\*) Significativo estadísticamente

(<sup>a</sup>) IME=1,00

Fuente: Elaboración propia con base en Registro Nacional de Tumores, proyecciones distritales de población del CCP y datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Cuadro 34:** Áreas con exceso de riesgo de cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico

Exceso de riesgo por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 en Costa Rica de 1997 al 2005											
Excluidos			No Expuesto			Baja exposición			Mediana a alta exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC
12005: Santa Cruz	1,20	4,03 (0,00-9,61)	10605: Legua	1,34	4,79 (0,00-11,42)	10407: Desamparados	3,34	8,48 (0,00-20,23)	21401: Los Chiles	0,38	1,50 (0,03-2,97)
10306: Frailes	1,09	3,54 (0,07-7,02)	51003: La Garita	1,23	3,71 (0,00-8,85)	30704: Cipreses	0,66	2,38 (0,00-5,68)	50601: Cañas	0,41	1,28 (0,39-2,17)
11910: Río Nuevo	0,92	3,15 (0,00-6,72)	30702: Cot	0,73	2,87 (0,57-5,16)	20201: San Ramón	1,32	2,33 (1,06-3,60)*	50401: Bagaces	0,41	1,17 (0,02-2,32)
20607: Rosario	0,90	3,15 (0,00-6,71)	11908: Cajón	0,76	2,79 (0,56-5,02)	11911: El Páramo	0,68	2,24 (0,00-4,77)	21004: Aguas Zarcas	0,27	1,03 (0,02-2,03)
30508: Tayutic	0,65	2,48 (0,00-5,29)	21201: Sarchí Norte	1,04	2,78 (0,72-4,84)	21007: Fortuna	0,48	2,01 (0,25-3,78)			
20706: Esquipulas	0,77	2,45 (0,00-5,22)	11701: Santa María	1,13	2,77 (0,34-5,20)	20507: Santa Eulalia	0,56	1,96 (0,00-5,81)			
10101: Carmen	2,75	2,26 (0,78-3,73)	70305: Cairo	0,87	2,75 (0,06-5,45)	60601: Quepos	0,51	1,76 (0,54-2,97)			
60603: Naranjito	0,77	2,18 (0,00-5,21)	20701: Palmares	1,43	2,66 (0,53-4,80)	21402: Caño Negro	0,61	1,67 (0,00-4,94)			
21010: Venado	0,58	1,79 (0,00-5,31)	10602: Tarbaca	0,78	2,45 (0,00-7,24)	20707: Granja	0,60	1,65 (0,00-3,93)			
10404: Grifo Alto	0,87	1,74 (0,00-5,14)	12004: San Isidro	0,68	2,37 (0,00-7,01)	20904: Coyolar	0,50	1,64 (0,00-3,92)			
30101: Oriental	1,08	1,65 (0,78-2,51)	50302: Bolsón	1,21	2,34 (0,00-5,58)	40301: Santo Domingo	1,13	1,61 (0,32-2,90)			

Exceso de riesgo por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No Expuesto			No Expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC
10901: Santa Ana	0,68	1,64 (0,33-2,95)	21101: Zarcero	1,01	2,19 (0,04-4,34)	40201: Barva	0,79	1,84 (0,04-3,65)	21501: San Rafael	0,43	1,59 (0,00-3,39)
11803: Sánchez	0,59	1,63 (0,00-3,88)	10904: Uruca	0,67	2,12 (0,04-4,19)	10409: Chires	0,74	1,83 (0,00-4,37)	30801: El Tejar	0,46	1,58 (0,55-2,61)
21204: San Pedro	0,58	1,58 (0,00-3,78)	11601: San Pablo	0,80	2,11 (0,00-6,25)	60502: Palmar	0,61	1,81 (0,36-3,25)	20108: San Rafael	0,39	1,58 (0,48-2,67)
20604: Cirrí Sur	0,51	1,56 (0,00-3,73)	30301: Tres Ríos	0,98	2,08 (0,79-3,37)	20103: Carrizal	0,43	1,80 (0,00-3,84)	30104: San Nicolás	0,48	1,56 (0,64-2,49)
30705: Santa Rosa	0,37	1,52 (0,00-4,50)	40403: San Juan	0,61	2,00 (0,04-3,97)	11901: San Isidro de El General	0,61	1,78 (1,09-2,46)*	50801: Tilarán	0,63	1,52 (0,19-2,85)
11502: Sabanilla	0,59	1,52 (0,39-2,64)	10902: Salitral	0,56	1,96 (0,00-4,67)	11801: Curridabat	0,73	1,77 (1,05-2,49)*	50704: Colorado	0,47	1,51 (0,00-3,60)
60801: San Vito	0,44	1,51 (0,39-2,62)	40204: San Roque	0,62	1,96 (0,00-4,67)	51101: Hojancha	0,78	1,74 (0,00-3,72)	10103: Hospital	0,69	1,44 (0,75-2,12)
20205: Piedades Sur	0,55	1,50 (0,00-3,57)	10604: San Gabriel	0,56	1,94 (0,00-4,14)	21205: Rodríguez	0,53	1,70 (0,00-5,04)	11904: Rivas	0,44	1,42 (0,00-3,03)
40203: San Pablo	0,42	1,46 (0,00-3,12)	10201: Escazú	0,86	1,90 (0,78-3,02)	20104: San Antonio	0,51	1,69 (0,73-2,64)	20101: Alajuela	0,72	1,41 (0,92-1,90)
11004: Concepción	0,40	1,44 (0,44-2,44)	60804: Limoncito	0,57	1,86 (0,00-4,44)	60802: Sabalito	0,44	1,63 (0,20-3,06)	60103: Chomes	0,46	1,40 (0,00-3,35)
20303: San José	0,45	1,44 (0,00-3,07)	10408: San Antonio	0,69	1,85 (0,00-4,42)	20301: Grecia	0,75	1,63 (0,67-2,59)	40101: Heredia	0,88	1,39 (0,75-2,03)
10311: San Rafael Abajo	0,38	1,43 (0,49-2,36)	60301: Buenos Aires	0,45	1,85 (0,57-3,13)	30109: Dulce Nombre	0,59	1,63 (0,03-3,22)	30103: Carmen	0,49	1,37 (0,42-2,31)

Exceso de riesgo por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No Expuesto			No Expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC
21202: Sarchí Sur	0,44	1,42 (0,00-3,40)	20503: Mercedes	0,70	1,59 (0,00-3,79)	60401: Miramar	0,55	1,32 (0,03-2,60)	50702: Sierra	0,42	1,37 (0,00-4,04)
10304: San Rafael	0,44	1,40 (0,28-2,51)	10702: Guayabo	0,58	1,57 (0,00-3,74)	10601: Aserri	0,37	1,30 (0,45-2,16)	50701: Juntas	0,56	1,35 (0,17-2,54)
30602: Cervantes	0,41	1,39 (0,00-3,32)	30107: Corralillo	0,51	1,56 (0,19-2,92)	20106: San Isidro	0,41	1,30 (0,34-2,25)	70201: Guápiles	0,34	1,35 (0,51-2,19)
11101: San Isidro	0,49	1,39 (0,43-2,36)	10307: Patarrá	0,32	1,54 (0,63-2,44)	10401: Santiago	0,53	1,28 (0,26-2,31)	50503: Sardinal	0,47	1,35 (0,17-2,53)
11303: Anselmo Lorente	0,68	1,38 (0,36-2,41)	21306: Dos Ríos (Colonia Mayorga)	0,35	1,52 (0,00-4,49)	20203: San Juan	0,49	1,26 (0,16-2,37)	40501: San Rafael	0,45	1,23 (0,02-2,43)
10110: Hatillo	0,60	1,38 (0,91-1,85)	30803: Tobosi	0,35	1,47 (0,00-3,51)	30401: Juan Viñas	0,45	1,25 (0,00-2,67)	70601: Guácimo	0,33	1,22 (0,15-2,28)
20901: Orotina	0,61	1,38 (0,17-2,59)	11203: Palmichal	0,50	1,45 (0,00-3,47)	10905: Piedades	0,46	1,25 (0,00-2,67)	10302: San Miguel	0,33	1,17 (0,45-1,90)
10105: Zapote	0,80	1,37 (0,72-2,01)	10701: Colón	0,49	1,44 (0,37-2,51)	30201: Paraíso	0,33	1,21 (0,53-1,89)	21001: Quesada	0,36	1,17 (0,56-1,79)
11501: San Pedro	0,77	1,36 (0,78-1,94)	30302: San Diego	0,33	1,39 (0,28-2,50)	20506: San José	0,54	1,20 (0,00-3,55)	30505: Santa Teresita	0,38	1,12 (0,00-2,68)
11903: Daniel Flores	0,40	1,34 (0,55-2,13)	30504: Santa Cruz	0,56	1,39 (0,00-3,32)	40104: Ulloa (Barrial)	0,28	1,20 (0,31-2,09)	70301: Siquirres	0,27	1,10 (0,38-1,82)
50904: San Pablo	0,55	1,31 (0,00-3,88)	50308: Cabo Velas	0,43	1,38 (0,00-4,09)	60111: Cóbano	0,42	1,17 (0,00-2,80)	20403: Jesús María	0,48	1,06 (0,00-3,13)
20107: Sabanilla	0,34	1,30 (0,00-2,77)	40401: Santa Bárbara	0,53	1,37 (0,00-2,93)	20113: Garita	0,41	1,16 (0,00-2,46)	20109: Río Segundo	0,44	1,05 (0,13-1,98)
10802: San Francisco	0,78	1,28 (0,00-3,06)	30306: Dulce Nombre	0,29	1,33 (0,00-3,17)	50901: Carmona	0,48	1,14 (0,00-3,39)	21011: Cutris	0,25	1,03 (0,00-2,45)
10406: Candelarita	0,69	1,27 (0,00-3,76)	30603: Capellades	0,43	1,32 (0,00-3,92)	30203: Orosi	0,32	1,14 (0,00-2,44)	60201: Espíritu Santo	0,36	1,01 (0,20-1,82)

Exceso de riesgo por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas CIE-10 C22 en Costa Rica de 1997 al 2005								
Excluidos			Excluidos			No Expuesto		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de hígado y vías biliares intrahepáticas e IC
10111: San Sebastián	0,51	1,27 (0,75-1,79)	60101: Puntarenas	0,62	1,13 (0,23-2,03)	20302: San Isidro	0,36	1,11 (0,00-2,64)
60304: Boruca	0,35	1,25 (0,00-3,70)	11603: San Juan de Mata	0,36	1,11 (0,00-3,29)	40503: Santiago	0,27	1,10 (0,00-2,63)
30307: San Ramón	0,40	1,22 (0,00-2,91)	20704: Santiago	0,36	1,11 (0,00-3,29)	20605: San Jerónimo	0,35	1,10 (0,00-3,24)
10109: Pavas	0,36	1,20 (0,77-1,63)	11302: Cinco Esquinas	0,46	1,11 (0,00-2,36)	60302: Volcán	0,29	1,08 (0,00-2,57)
10801: Guadalupe	0,79	1,20 (0,66-1,73)	10106: San Francisco de Dos Ríos	0,53	1,09 (0,47-1,70)	50206: Nosara	0,33	1,07 (0,00-3,17)
20305: Tacaes	0,41	1,19 (0,00-2,54)	30507: Tuis	0,37	1,07 (0,00-3,18)	60104: Lepanto	0,44	1,06 (0,02-2,10)
11401: San Vicente	0,55	1,19 (0,64-1,73)	20702: Zaragoza	0,38	1,06 (0,00-2,25)	11201: San Ignacio	0,37	1,03 (0,00-2,20)
10301: Desamparados	0,48	1,18 (0,64-1,73)	20308: Bolívar	0,30	1,06 (0,00-2,52)	10501: San Marcos	0,35	1,02 (0,00-2,18)
10107: Uruca	0,30	1,17 (0,41-1,94)	11205: Sabanillas	0,39	1,02 (0,00-3,02)	11003: San Antonio	0,29	1,01 (0,00-2,99)
20801: San Pedro	0,42	1,13 (0,00-2,41)						

(\*) Significativo estadísticamente

Fuente: Elaboración propia con base en Registro Nacional de Tumores, proyecciones distritales de población del CCP y datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Cuadro 35:** Áreas con exceso de riesgo de cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico

Exceso de riesgo por cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 en Costa Rica de 1997 al 2005											
Excluidos			No Expuesto			Baja exposición			Mediana a alta exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC
10101: Carmen	7,02	3,49 (2,06-4,91)*	11601: San Pablo	2,39	3,84 (0,00-8,20)	10704: Piedras Negras	2,90	4,18 (0,00-12,38)	50103: Mayorga	1,50	2,94 (0,00-7,02)
30705: Santa Rosa	1,12	2,84 (0,00-6,06)	30503: Peralta	1,77	3,13 (0,00-9,27)	40304: Paracito	1,22	2,61 (0,00-6,23)	51001: La Cruz	0,61	1,29 (0,16-2,42)
11803: Sánchez	1,47	2,46 (0,30-4,62)	61101: Jacó	0,96	2,83 (0,73-4,93)	10407: Desamparaditos	1,67	2,58 (0,00-7,64)	50601: Cañas	0,67	1,29 (0,59-1,99)
11302: Cinco Esquinas	1,53	2,25 (0,86-3,65)	30301: Tres Ríos	2,15	2,75 (1,60-3,90)*	60501: Cortés	1,41	2,19 (0,76-3,62)	21004: Aguas Zarcas	0,48	1,12 (0,29-1,95)
30111: Quebradilla	0,80	2,19 (0,04-4,34)	20805: Sabana Redonda	0,84	2,35 (0,00-5,61)	40501: San Rafael	1,24	2,06 (0,84-3,27)			
60101: Puntarenas	1,87	2,02 (1,09-2,95)*	11102: San Rafael	1,18	2,27 (0,70-3,85)	41001: Puerto Viejo	0,48	1,97 (0,68-3,25)			
20706: Esquipulas	1,02	2,01 (0,04-3,97)	20111: Turrúcares	1,26	2,17 (0,67-3,67)	21501: San Rafael	0,86	1,96 (0,39-3,53)			

Exceso de riesgo por cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No Expuesto			No Expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC
10108: Mata Redonda	2,24	1,95 (1,11-2,78)*	40201: Barva	1,39	1,94 (0,50-3,39)	40202: San Pedro	0,67	1,46 (0,29-2,63)	61001: Corredor	0,99	1,91 (1,00-2,81)
30101: Oriental	2,09	1,90 (1,18-2,62)*	60102: Pitahaya	1,10	1,92 (0,00-4,59)	20804: Carrillos	0,69	1,46 (0,18-2,73)	50101: Liberia	0,92	1,87 (1,28-2,47)*
60203: Macacona	1,03	1,70 (0,00-3,62)	70101: Limón	0,90	1,80 (1,34-2,27)*	21201: Sarchí Norte	0,89	1,45 (0,29-2,61)	70601: Guácimo	0,73	1,68 (0,69-2,67)
60109: Monteverde	0,56	1,58 (0,00-3,76)	50807: Arenal	0,94	1,70 (0,00-4,06)	70602: Mercedes	0,55	1,44 (0,00-4,26)	50701: Juntas	1,12	1,65 (0,63-2,68)
11501: San Pedro	1,47	1,57 (1,08-2,05)*	20301: Grecia	1,29	1,70 (0,94-2,46)	40503: Santiago	0,55	1,39 (0,03-2,75)	70201: Guápiles	0,64	1,61 (0,89-2,34)
10107: Uruca	0,63	1,55 (0,85-2,25)	50308: Cabo Velas	0,86	1,70 (0,00-4,05)	30601: Pacayas	0,71	1,36 (0,03-2,69)	50304: Tempate	1,13	1,54 (0,03-3,05)
10305: San Antonio	1,09	1,52 (0,62-2,41)	70206: Colorado	0,50	1,62 (0,00-3,86)	10601: Aserri	0,61	1,36 (0,67-2,04)	60701: Golfito	0,98	1,54 (0,63-2,44)
60107: Guacimal	1,00	1,49 (0,00-4,41)	30401: Juan Viñas	0,91	1,53 (0,31-2,75)	50205: Sámará	0,73	1,36 (0,00-3,23)	21007: Fortuna	0,57	1,52 (0,30-2,74)
11101: San Isidro	0,85	1,49 (0,71-2,27)	10602: Tarbaca	0,78	1,52 (0,00-4,49)	20104: San Antonio	0,64	1,31 (0,65-1,97)	30704: Cipreses	0,66	1,49 (0,00-3,55)

Exceso de riesgo por cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No Expuesto			No Expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC
20903: Hacienda Vieja	1,09	1,47 (0,00-4,36)	10904: Uruca	0,67	1,30 (0,03-2,57)	10902: Salitral	0,56	1,21 (0,00-2,90)	40301: Santo Domingo	1,70	1,45 (0,50-2,39)
20305: Tacares	0,82	1,46 (0,29-2,63)	30701: San Rafael	0,64	1,27 (0,65-1,89)	10604: San Gabriel	0,56	1,21 (0,00-2,57)	10103: Hospital	1,14	1,44 (0,91-1,97)
10304: San Rafael	0,73	1,45 (0,55-2,35)	30504: Santa Cruz	0,84	1,27 (0,00-2,71)	70503: Carrandí	0,37	1,19 (0,02-2,35)	50501: Filadelfia	0,81	1,43 (0,29-2,58)
10109: Pavas	0,71	1,43 (1,06-1,80)*	40701: San Antonio	0,74	1,27 (0,39-2,14)	11906: Platanares	0,53	1,17 (0,02-2,31)	20109: Río Segundo	0,97	1,42 (0,58-2,25)
11005: San Felipe	0,41	1,40 (0,64-2,16)	30501: Turrialba	0,81	1,26 (0,78-1,73)	11801: Curridabat	0,80	1,17 (0,71-1,62)	20112: Tambor	0,71	1,41 (0,37-2,45)
11001: Alajuelita	0,78	1,40 (0,53-2,27)	11403: Trinidad	0,54	1,26 (0,39-2,13)	20106: San Isidro	0,59	1,15 (0,44-1,86)	40303: San Miguel	0,83	1,41 (0,17-2,64)
10301: Desamparados	0,88	1,32 (0,87-1,77)	40702: La Ribera	0,68	1,25 (0,03-2,48)	12001: San Pablo	0,49	1,14 (0,00-2,72)	11911: El Páramo	0,68	1,39 (0,00-2,95)
11502: Sabanilla	0,85	1,32 (0,50-2,13)	30201: Paraíso	0,56	1,25 (0,70-1,80)	10408: San Antonio	0,69	1,13 (0,00-2,70)	70403: Cahuita	0,71	1,38 (0,03-2,73)



Exceso de riesgo por cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No Expuesto			No Expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC
11504: San Rafael	0,60	1,32 (0,16-2,47)	60104: Lepanto	0,77	1,12 (0,29-1,95)	10201: Escazú	0,78	1,05 (0,40-1,70)	60601: Quepos	0,63	1,37 (0,52-2,22)
11703: Copey	0,54	1,29 (0,00-3,83)	40801: San Joaquín	0,74	1,11 (0,14-2,08)	21205: Rodríguez	0,53	1,05 (0,00-3,10)	20101: Alajuela	1,13	1,33 (0,96-1,70)
11004: Concepción	0,54	1,24 (0,51-1,97)	12002: San Andrés	0,54	1,10 (0,00-3,27)	11901: San Isidro de El General	0,58	1,05 (0,64-1,46)	50503: Sardinal	0,75	1,33 (0,41-2,25)
51004: Santa Elena	0,52	1,24 (0,00-3,66)	10409: Chires	0,74	1,10 (0,00-2,62)	20802: San Juan	0,49	1,03 (0,00-2,46)	70301: Siquirres	0,52	1,31 (0,69-1,93)
10906: Brasil	0,53	1,23 (0,00-3,65)	20207: San Isidro	0,51	1,09 (0,00-2,61)	10905: Piedades	0,61	1,03 (0,02-2,03)	20403: Jesús María	0,97	1,28 (0,00-3,05)
21008: Tigra	0,52	1,23 (0,00-2,62)	20701: Palmares	0,96	1,07 (0,02-2,11)	11301: San Juan	0,98	1,02 (0,62-1,42)	60702: Jiménez	0,65	1,25 (0,03-2,48)
10102: Merced	1,16	1,22 (0,62-1,82)	51101: Hojanca	0,78	1,06 (0,00-2,26)	20505: Concepción	0,63	1,01 (0,00-2,42)	40101: Heredia	1,31	1,25 (0,78-1,72)
20303: San José	0,60	1,19 (0,02-2,36)	70205: Cariari	0,40	1,06 (0,46-1,65)	60401: Miramar	0,69	1,01 (0,12-1,89)	20105: Guácima	0,53	1,25 (0,43-2,06)
20602: San Miguel	0,52	1,19 (0,00-2,84)	40901: San Pablo	0,64	1,05 (0,50-1,60)				40306: Santa Rosa	0,75	1,23 (0,15-2,31)

Exceso de riesgo por cáncer de pulmón y bronquios CIE-10 C 34 en Costa Rica de 1997 al 2005											
Excluidos			Excluidos			Baja exposición			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de pulmón y bronquios e IC
10901: Santa Ana	0,79	1,16 (0,30-2,02)	20703: Buenos Aires	0,67	1,09 (0,13-2,04)	20606: San Juan	0,73	1,23 (0,00-2,93)	30102: Occidental	0,96	1,02 (0,42-1,62)
21102: Laguna	0,59	1,15 (0,00-3,42)	20107: Sabanilla	0,45	1,09 (0,02-2,15)	30703: Potrero Cerrado	0,46	1,22 (0,00-3,60)	21402: Caño Negro	0,61	1,02 (0,00-3,01)
20801: San Pedro	0,70	1,15 (0,14-2,16)	11104: Patalillo	0,46	1,08 (0,37-1,78)	70501: Matina	0,43	1,19 (0,02-2,36)	20707: Granja	0,60	1,01 (0,00-2,41)
10106: San Francisco de Dos Ríos	0,93	1,14 (0,65-1,63)	60801: San Vito	0,50	1,07 (0,33-1,80)	50806: Tierras Morenas	0,83	1,10 (0,00-3,26)	20108: San Rafael	0,39	1,00 (0,31-1,70) <sup>a</sup>
21010: Venado	0,58	1,11 (0,00-3,30)	50703: San Juan	0,74	1,05 (0,00-3,12)	61102: Tárcoles	0,46	1,10 (0,00-2,61)	40703: Asunción	0,73	1,00 (0,00-2,13) <sup>a</sup>
10105: Zapote	1,08	1,11 (0,66-1,56)	40504: Angeles	0,56	1,02 (0,02-2,02)	60108: Barranca	0,51	1,09 (0,58-1,59)			
10306: Frailes	0,55	1,09 (0,00-2,61)	10203: San Rafael	0,64	1,02 (0,46-1,57)	20110: Desamparados	0,48	1,04 (0,43-1,65)			

(\*) Significativo estadísticamente

(<sup>a</sup>) IME=1,00

Fuente: Elaboración propia con base en Registro Nacional de Tumores, proyecciones distritales de población del CCP y datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Cuadro 36:** Áreas con exceso de riesgo de cáncer de piel CIE-10 C 44 de 1997 al 2005 según zona de exposición a arsénico

Exceso de riesgo por cáncer de piel CIE-10 C44 en Costa Rica de 1997 al 2005											
Excluidos			No Expuesto			Baja exposición			Mediana a alta exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC
10101: Carmen	44,23	4,22 (3,53-4,91)*	11601: San Pablo	11,16	3,12 (1,49-4,75)*	20201: San Ramón	13,75	2,61 (2,17-3,05)*	21009: La Palmera	3,90	1,43 (0,78-2,07)
60107: Guacimal	11,01	2,81 (1,15-4,47)*	60401: Miramar	8,16	2,07 (1,54-2,59)*	10704: Piedras Negras	8,70	2,17 (0,00-4,62)	21004: Aguas Zarcas	3,00	1,17 (0,82-1,51)
30101: Oriental	13,46	2,23 (1,90-2,56)*	60804: Limoncito	5,73	1,97 (1,10-2,83)*	21001: Quesada	6,13	2,03 (1,77-2,29)*	21401: Los Chiles	2,59	1,06 (0,66-1,47)
60801: San Vito	5,85	2,10 (1,68-2,53)*	12001: San Pablo	4,94	1,88 (1,06-2,71)*	10407: Desamparados	6,69	1,82 (0,04-3,60)			
11302: Cinco Esquinas	7,94	2,05 (1,49-2,60)*	60102: Pitahaya	6,08	1,81 (0,74-2,89)	11909: Barú	5,08	1,61 (0,70-2,52)			
60101: Puntarenas	8,85	1,70 (1,34-2,06)*	30301: Tres Ríos	8,00	1,77 (1,39-2,16)*	40301: Santo Domingo	10,20	1,59 (1,17-2,01)*			
60204: San Rafael	6,06	1,68 (0,43-2,92)	10602: Tarbaca	5,45	1,77 (0,46-3,08)	60601: Quepos	4,04	1,44 (1,09-1,79)*			
11101: San Isidro	5,61	1,64 (1,30-1,97)*	11901: San Isidro de El General	5,71	1,75 (1,53-1,97)*	40101: Heredia	8,27	1,43 (1,22-1,65)*			
10306: Frailes	4,92	1,63 (0,88-2,38)	20701: Palmares	8,60	1,71 (1,15-2,27)*	21007: Fortuna	3,24	1,39 (0,92-1,86)			

Exceso de riesgo por cáncer de piel CIE-10 C44 en Costa Rica de 1997 al 2005

Excluidos			No Expuesto			No Expuesto			Baja exposición		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC
20901: Orotina	6,67	1,61 (1,18-2,04)*	40801: San Joaquín	6,23	1,60 (1,12-2,08)*	50901: Carmona	4,81	1,20 (0,46-1,95)	60501: Cortés	5,01	1,35 (0,88-1,82)
10801: Guadalupe	8,60	1,43 (1,23-1,62)*	11908: Cajón	4,06	1,54 (1,01-2,08)*	21103: Tapesco	2,90	1,20 (0,00-2,55)	60201: Espíritu Santo	4,52	1,31 (1,02-1,61)*
10301: Desamparados	5,47	1,41 (1,21-1,60)*	40601: San Isidro	5,04	1,53 (0,94-2,12)	40201: Barva	4,96	1,19 (0,73-1,66)	60701: Golfito	4,71	1,28 (0,93-1,62)
60203: Macacona	4,79	1,36 (0,65-2,07)	21006: Pital	3,92	1,53 (1,11-1,95)*	40701: San Antonio	4,15	1,19 (0,84-1,54)	60504: Bahía Ballena	2,84	1,17 (0,23-2,11)
11501: San Pedro	7,05	1,34 (1,15-1,53)*	21002: Florencia	4,24	1,40 (1,03-1,77)*	11301: San Juan	6,19	1,15 (0,97-1,33)	40501: San Rafael	3,85	1,07 (0,71-1,43)
11903: Daniel Flores	3,70	1,28 (1,03-1,53)*	11602: San Pedro	5,99	1,37 (0,00-2,92)	40401: Santa Bárbara	4,23	1,15 (0,69-1,60)	10103: Hospital	4,63	1,04 (0,85-1,23)
21106: Zapote	3,98	1,28 (0,00-2,73)	61002: La Cuesta	4,26	1,34 (0,68-1,99)	21005: Venecia	3,21	1,14 (0,69-1,59)	60108: Barranca	2,93	1,02 (0,83-1,22)
10309: Rosario	3,81	1,27 (0,52-2,03)	11906: Platanares	3,60	1,32 (0,82-1,82)	60802: Sabalito	3,02	1,14 (0,76-1,52)	11911: El Páramo	2,95	1,01 (0,46-1,56)
10606: Monterrey	4,83	1,26 (0,00-3,00)	61101: Jacó	2,88	1,31 (0,75-1,87)	11201: San Ignacio	3,82	1,13 (0,73-1,53)	20101: Alajuela	4,82	1,01 (0,88-1,15)
10901: Santa Ana	4,61	1,17 (0,81-1,52)	20501: Atenas	5,81	1,26 (0,89-1,63)	30503: Peralta	3,53	1,10 (0,00-2,62)	20401: San Mateo	5,00	1,01 (0,46-1,56)
60402: Unión	4,55	1,11 (0,29-1,94)	10401: Santiago	4,76	1,22 (0,89-1,54)	10403: Barbacoas	3,89	1,07 (0,49-1,65)			

Exceso de riesgo por cáncer de piel CIE-10 C44 en Costa Rica de 1997 al 2005					
Excluidos			No Expuesto		
Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC	Código y nombre de distrito	Morb bruta por/c 1000	IME por cáncer de piel e IC
60109: Monteverde	2,51	1,11 (0,38-1,83)	60803: Agua buena	3,44	1,05 (0,63-1,47)
10110: Hatillo	4,54	1,11 (0,97-1,24)	20211: Concepción	3,09	1,05 (0,21-1,88)
11001: Alajuelita	3,67	1,10 (0,79-1,42)	20601: Naranjo	3,79	1,04 (0,80-1,28)
11205: Sabanillas	3,93	1,08 (0,41-1,74)	60302: Volcán	2,61	1,01 (0,54-1,48)
20903: Hacienda Vieja	4,35	1,06 (0,02-2,10)			
11502: Sabanilla	4,06	1,06 (0,76-1,36)			
10107: Uruca	2,58	1,03 (0,80-1,26)			
20205: Piedades Sur	3,57	1,02 (0,47-1,58)			

(\*) Significativo estadísticamente

Fuente: Elaboración propia con base en Registro Nacional de Tumores, proyecciones distritales de población del CCP y datos del 2009 al 2011 del LNA, 2012

**Cuadro 37:** Áreas con porcentajes de abortos mayor al nacional (10,09%) en relación a la cantidad de embarazos de hospitales y áreas de salud de la CCSS según zona de exposición a arsénico del 2009 al 2011

Porcentajes de abortos sobre el promedio nacional del 2009 al 2011 en Costa Rica							
Excluidos		No expuesto		Baja exposición		Mediana a alta exposición	
Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%
20903: Hacienda Vieja	24,14	20603: San José	19,59	20401: San Mateo	17,46	51001: La Cruz	13,12
30804: Patio de Agua	22,22	10705: Picagres	18,18	40308: Pará	16,67	50601: Cañas	12,92
60114: Acapulco	20,97	50309: Tamarindo	17,15	50403: Mogote	15,38	50401: Bagaces	11,87
10806: Rancho Redondo	17,78	10408: San Antonio	16,13	60504: Bahía Ballena	15,14	50604: Bebedero	10,98
60107: Guacimal	17,39	50803: Tronadora	15,85	50304: Tempate	14,81	50103: Mayorga	10,53
Excluidos		No expuesto		Baja exposición		Baja exposición	
Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%
60203: Macacona	17,27	20503: Mercedes	15,38	50306: Cuajiniquil	14,81	50201: Nicoya	11,88
10404: Grifo Alto	17,07	61101: Jacó	15,33	50301: Santa Cruz	14,70	50101: Liberia	11,88
60205: San Jerónimo	16,67	60111: Cóbano	15,25	60202: San Juan Grande	14,65	21502: Buenavista	10,83
20704: Santiago	16,19	40204: San Roque	14,41	40306: Santa Rosa	14,23	60103: Chomes	11,65
50207: Belén de Nosarita	16,15	10902: Salitral	14,29	60105: Paquera	14,14	60501: Cortés	11,59
11503: Mercedes (Betania)	16,00	40405: Santo Domingo	14,29	61102: Tárcoles	13,03	20204: Piedades Norte	11,28
11204: Cangrejal	15,07	50805: Líbano	13,79	20902: Mastate	13,00	20213: Peñas Blancas	11,26
60805: Pittier	15,03	50303: Veintisiete de Abril	13,65	50305: Cartagena	12,97	11911: El Páramo	11,20
60309: Brunka	14,93	60104: Lepanto	13,62	50503: Sardinal	12,96	60115: El Roble	11,18
11703: Copey	14,55	60803: Aguabuena	13,58	20904: Coyolar	12,78	20108: San Rafael	11,17
60304: Boruca	14,47	50202: Mansión	13,36	10103: Hospital	12,20	20105: Guácima	11,12
41005: Cureña	14,29	51102: Monte Romo	13,33	20905: Ceiba	12,12	10407: Desamparaditos	11,11
51104: Huacas	14,29	70304: Germania	13,33	20707: Granja	12,03	50701: Juntas	11,11
10108: Mata Redonda	13,84	10201: Escazú	13,30	40102: Mercedes	11,96	70403: Cahuita	11,06

Porcentajes de abortos sobre el promedio nacional del 2009 al 2011 en Costa Rica							
Excluidos		No expuesto		No expuesto		Baja exposición	
Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%
11305: Colima	13,79	50308: Cabo Velas	13,26	11203: Palmichal	11,34	60108: Barranca	11,03
50905: Porvenir	13,79	50203: San Antonio	13,09	50102: Cañas Dulces	11,32	50801: Tilarán	11,02
60204: San Rafael	13,51	10903: Pozos	12,82	70602: Mercedes	11,32	20109: Río Segundo	11,02
11002: San Josecito	13,44	10701: Colón	12,80	20104: San Antonio	11,19	40301: Santo Domingo	10,73
30101: Oriental	13,12	60502: Palmar	12,77	10905: Piedades	11,14	50105: Curubandé	10,64
20209: Alfaro	12,87	21103: Tapesco	12,77	40401: Santa Bárbara	11,12	50501: Filadelfia	10,64
40602: San José	12,79	40105: Vara blanca	12,50	10403: Barbacoas	11,11	21001: Quesada	10,50
60403: San Isidro	12,70	50204: Quebrada Honda	12,22	30603: Capellades	11,11	20101: Alajuela	10,45
10606: Monterrey	12,50	70103: Río Blanco	12,18	60102: Pitahaya	11,11	20403: Jesús María	10,39
20508: Escobal	12,50	20701: Palmares	12,16	40201: Barva	11,09	30110: Llano Grande	10,33
30511: La Isabel	12,50	20502: Jesús	12,15	50906: Bejuco	11,03	50104: Nacascolo	10,32
50902: Santa Rita	12,50	70101: Limón	11,99	30510: Tres Equis	11,02	40101: Heredia	10,29
50904: San Pablo	12,50	30401: Juan Viñas	11,95	11403: Trinidad	10,91	30102: Occidental	10,25
60109: Monteverde	12,44	30402: Tucurrique	11,93	10603: Vuelta de Jorco	10,89	11904: Rivas	10,21
20604: Cirrí Sur	12,44	50802: Quebrada Grande	11,90	20501: Atenas	10,88	21007: Fortuna	10,21
40803: Llorente	12,26	20207: San Isidro	11,83	60306: Colinas	10,81	20110: Desamparados	10,19
51103: Puerto Carrillo	12,20	10904: Uruca	11,65	10401: Santiago	10,71	20102: San José	10,16
60801: San Vito	12,12	30301: Tres Ríos	11,65	30106: Guadalupe (Arenilla)	10,68	10202: San Antonio	10,12
10109: Pavas	12,09	50206: Nosara	11,64	40901: San Pablo	10,66	40501: San Rafael	10,11
11401: San Vicente	12,07	20203: San Juan	11,55	12003: Llano Bonito	10,66		
10906: Brasil	12,07	11907: Pejibaye	11,49	60901: Parrita	10,64		
30307: San Ramón	12,03	10703: Tabarcia	11,40	60302: Volcán	10,58		
11501: San Pedro	11,99	30304: San Rafael	11,38	21105: Palmira	10,53		

Porcentajes de abortos sobre el promedio nacional del 2009 al 2011 en Costa Rica					
Excluidos		Excluidos		No expuesto	
Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%
30303: San Juan	11,90	10203: San Rafael	10,92	60301: Buenos Aires	10,44
11910: Río Nuevo	11,84	21104: Guadalupe	10,87	10607: Salitrillos	10,42
60505: Piedras Blancas	11,84	30111: Quebradilla	10,85	30109: Dulce Nombre	10,38
11502: Sabanilla	11,74	11101: San Isidro	10,77	21101: Zarcero	10,34
10803: Calle Blancos	11,71	30705: Santa Rosa	10,77	30509: Santa Rosa	10,33
10805: Ipís	11,68	11005: San Felipe	10,71	60307: Chánguena	10,31
10110: Hatillo	11,65	30403: Pejibaye	10,69	10604: San Gabriel	10,29
21202: Sarchí Sur	11,57	10312: Gravilias	10,68	40104: Ulloa (Barrial)	10,29
40802: Barrantes	11,54	60112: Chacarita	10,67	40601: San Isidro	10,26
50703: San Juan	11,54	20702: Zaragoza	10,64	10601: Aserri	10,26
40205: Santa Lucía	11,47	60101: Puntarenas	10,53	50504: Belén	10,23
11105: Cascajal	11,43	20901: Orotina	10,46	11901: San Isidro de El General	10,19
10106: San Francisco de Dos Ríos	11,32	30507: Tuis	10,43	10402: Mercedes Sur	10,14
11001: Alajuelita	11,32	10310: Damas	10,43	50205: Sámará	10,14
10406: Candelarita	11,29	10313: Los Guido	10,34	11905: San Pedro	10,13
60503: Sierpe	11,28	11103: Jesús (Dulce Nombre)	10,34	11301: San Juan	10,13
10301: Desamparados	11,27	20210: Volio	10,34	10501: San Marcos	10,09
30602: Cervantes	11,25	10901: Santa Ana	10,34		
12005: Santa Cruz	11,25	10101: Carmen	10,32		
20801: San Pedro	11,17	60305: Pilas	10,26		
10304: San Rafael	11,15	51002: Santa Cecilia	10,17		
10306: Frailes	11,00	20706: Esquipulas	10,16		
		40505: Concepción	10,14		

Fuente: Datos del 2009 al 2011 del LNA y Área de estadística de la CCSS, 2012



**Cuadro 38:** Áreas con porcentajes de nacidos muertos mayor al nacional (1,88%) en relación al producto del embarazo de hospitales y áreas de salud de la CCSS según zona de exposición a arsénico del 2003 al 2011

Porcentajes de nacidos muertos sobre el promedio nacional del 2003 al 2011 en Costa Rica							
Excluidos		No expuesto		No expuesto		Baja exposición	
Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%
11702: Jardín	7,32	12004: San Isidro	6,05	61004: Laurel	2,65	30704: Cipreses	5,16
20212: Zapotal	5,71	50204: Quebrada Honda	4,30	20211: Concepción	2,63	10407: Desamparaditos	4,94
50905: Porvenir	5,06	30802: San Isidro	3,78	70304: Germania	2,63	30102: Occidental	3,23
10406: Candelarita	4,31	30109: Dulce Nombre	3,53	40702: La Ribera	2,62	30110: Llano Grande	3,21
40406: Purabá	4,26	30107: Corralillo	3,50	60703: Guaycará	2,60	30801: El Tejar	2,87
60309: Brunka	4,17	20504: San Isidro	3,31	30106: Guadalupe (Arenilla)	2,60	50304: Tempate	2,86
10503: San Carlos	4,14	12001: San Pablo	3,26	30601: Pacayas	2,60	30104: San Nicolás	2,75
51104: Huacas	4,08	11701: Santa María	3,26	30701: San Rafael	2,57	40304: Paracito	2,69
10308: San Cristóbal	3,78	30803: Tobosi	3,24	12002: San Andrés	2,55	60303: Potrero Grande	2,66
10306: Frailes	3,59	30401: Juan Viñas	3,18	10403: Barbacoas	2,54	30103: Carmen	2,62
30111: Quebradilla	3,18	30203: Orosi	3,11	30302: San Diego	2,53	11802: Granadilla	2,55
60205: San Jerónimo	3,16	30201: Paraíso	3,00	10903: Pozos	2,51	40303: San Miguel	2,52
50904: San Pablo	3,10	12006: San Antonio	2,99	40401: Santa Bárbara	2,51	20101: Alajuela	2,47
30602: Cervantes	3,02	20207: San Isidro	2,96	21205: Rodríguez	2,50	60701: Golfito	2,43
50902: Santa Rita	2,98	10604: San Gabriel	2,90	10501: San Marcos	2,49	10704: Piedras Negras	2,38
40802: Barrantes	2,86	50805: Líbano	2,90	60301: Buenos Aires	2,48	50301: Santa Cruz	2,35
11204: Cangrejal	2,84	20302: San Isidro	2,86	10607: Salitrillos	2,48	20112: Tambor	2,34
60308: Biolley	2,81	50901: Carmona	2,85	50202: Mansión	2,46	10103: Hospital	2,32
21204: San Pedro	2,79	10603: Vuelta de Jorco	2,79	11402: San Jerónimo	2,43	40307: Tures	2,30
60304: Boruca	2,71	10602: Tarbaca	2,78	10902: Salitral	2,41	20102: San José	2,27
10309: Rosario	2,70	60802: Sabalito	2,75	20203: San Juan	2,40	20902: Mastate	2,27
11002: San Josecito	2,69	30702: Cot	2,75	30306: Dulce Nombre	2,40	61001: Corredor	2,27
30105: Aguacaliente o San Francisco	2,67	30603: Capellades	2,71	40801: San Joaquín	2,36	40103: San Francisco	2,26
30804: Patio de Agua	2,63	10904: Uruca	2,70	10409: Chires	2,33	70203: Rita	2,26
21202: Sarchí Sur	2,57	30402: Tucurrique	2,69	21201: Sarchí Norte	2,31	61003: Canoas	2,24
10312: Gravilias	2,57	30301: Tres Ríos	2,66	30504: Santa Cruz	2,30	50306: Cuajiniquíl	2,17
11504: San Rafael	2,56	11202: Guaitil	2,65	30108: Tierra Blanca	2,30	50201: Nicoya	2,17
60505: Piedras Blancas	2,53	10905: Piedades	2,65	60502: Palmar	2,29	20109: Río Segundo	2,16

Porcentajes de nacidos muertos sobre el promedio nacional en Costa Rica							
Excluidos		No expuesto		No expuesto		Baja exposición	
Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%	Código y nombre de distrito	%
50207: Belén de Nosarita	2,53	30501: Turrialba	2,29	11901: San Isidro de El General	2,00	60702: Jiménez	2,13
60503: Sierpe	2,52	20501: Atenas	2,28	60104: Lepanto	1,99	20201: San Ramón	2,08
20704: Santiago	2,52	20104: San Antonio	2,27	11907: Pejibaye	1,97	30505: Santa Teresita	2,07
30101: Oriental	2,48	10201: Escazú	2,26	11905: San Pedro	1,97	50702: Sierra	2,06
40505: Concepción	2,46	10605: Legua	2,25	11908: Cajón	1,94	61102: Tárcoles	1,99
40203: San Pablo	2,46	40204: San Roque	2,23	11201: San Ignacio	1,91	60501: Cortés	1,99
30202: Santiago	2,44	40503: Santiago	2,22	10307: Patarrá	1,91	70403: Cahuita	1,96
30507: Tuis	2,42	11203: Palmichal	2,22	20802: San Juan	1,89	60105: Paquera	1,96
20307: Puente de Piedra	2,36	20103: Carrizal	2,21	10401: Santiago	1,88	40404: Jesús	1,96
11303: Anselmo Lorente	2,35	11601: San Pablo	2,20	20601: Naranjo	1,88	10302: San Miguel	1,89
30303: San Juan	2,33	60804: Limoncito	2,17			20110: Desamparados	1,89
11910: Río Nuevo	2,26	20301: Grecia	2,17				
10203: San Rafael	2,22	50807: Arenal	2,17				
12005: Santa Cruz	2,21	10701: Colón	2,15				
11502: Sabanilla	2,21	11301: San Juan	2,14				
40803: Lorente	2,21	10405: San Rafael	2,11				
20308: Bolívar	2,21	10601: Aserri	2,11				
10101: Carmen	2,18	40701: San Antonio	2,09				
10311: San Rafael Abajo	2,18	30305: Concepcion	2,08				
11304: León XIII	2,18	41003: Horquetas	2,08				
40205: Santa Lucía	2,16	70603: Pocora	2,06				
10801: Guadalupe	2,16	70401: Bratsi	2,05				
10109: Pavas	2,16	10408: San Antonio	2,04				
20305: Tacaes	2,15	20113: Garita	2,02				
10806: Rancho Redondo	2,14	30304: San Rafael	2,02				
10102: Merced	2,14	60307: Changuena	2,02				
10104: Catedral	2,13	50309: Tamarindo	2,02				
60801: San Vito	2,13	40603: Concepción	2,01				
60305: Pilas	2,13	70206: Colorado	2,01				
10304: San Rafael Arriba	2,13	20208: Ángeles	2,01				
10301: Desamparados	2,12	30509: Santa Rosa	2,01				

<b>Porcentajes de nacidos muertos sobre el promedio nacional en Costa Rica</b>	
<b>Excluidos</b>	
<b>Código y nombre de distrito</b>	<b>%</b>
11004: Concepción	2,10
11903: Daniel Flores	2,09
11302: Cinco Esquinas	2,09
20801: San Pedro	2,05
10802: San Francisco	2,05
21003: Buenavista	2,04
30204: Cachí	2,04
30502: La Suiza	1,99
10106: San Francisco de Dos Ríos	1,98
20602: San Miguel	1,97
10901: Santa Ana	1,95
10110: Hatillo	1,95
10303: San Juan de Dios	1,94
10111: San Sebastián	1,94
10105: Zapote	1,92
20703: Buenos Aires	1,90
40602: San José	1,90
20604: Cirrí Sur	1,89

Fuente: Datos del 2009 al 2011 del LNA y Área de estadística de la CCSS, 2012

**Anexo 5: Tablas de prevalencia de factores de riesgo, síntomas y enfermedades**

**Tabla 7: Distribución de la población total según localidad, 2012**

Localidad					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Barrio Hotel de Cañas	236	30,5	30,5	100,0
	San Miguel	537	69,5	69,5	69,5
	Total	773	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 8: Distribución por sexo de la población total, 2012**

Sexo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Mujer	384	49,7	49,9	49,9
	Hombre	386	49,9	50,1	100,0
	Total	770	99,6	100,0	
Perdidos	Sistema	3	0,4		
Total		773	100,0		

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 9: Distribución por sexo según localidad, 2012**

Localidad		Sexo		Total
		Mujer	Hombre	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	110	123	233
	%	47,2%	52,8%	100,0%
San Miguel	Recuento	274	263	537
	%	51,0%	49,0%	100,0%
Total	Recuento	384	386	770
	%	49,9%	50,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 10: Distribución etaria según localidad, 2012**

Localidad		Edad							Total	
		Menor de 10 años	10 a 19 años	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69		70 ó más
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	50	39	43	28	27	26	11	8	232
	%	21,6%	16,8%	18,5%	12,1%	11,6%	11,2%	4,7%	3,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	89	101	74	78	82	55	22	35	536
	%	16,6%	18,8%	13,8%	14,6%	15,3%	10,3%	4,1%	6,5%	100,0%
Total	Recuento	139	140	117	106	109	81	33	43	768
	%	18,1%	18,2%	15,2%	13,8%	14,2%	10,5%	4,3%	5,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 11: Distribución de la fuente de consumo de agua según localidad, 2012**

Localidad		Fuente de consumo de agua				Total
		Cisterna	Envasada	ASADA	Pozo artesanal	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	217	0	6	13	236
	%	91,9%	0,0%	2,5%	5,5%	100,0%
San Miguel	Recuento	0	2	526	9	537
	%	0,0%	0,4%	98,0%	1,7%	100,0%
Total	Recuento	217	2	532	22	773
	%	28,1%	0,3%	68,8%	2,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 12: Ingesta diaria de agua según localidad, 2012**

Localidad		Ingesta diaria de agua				Total
		Menos de medio litro	Entre medio litro y un litro	Entre un litro y un litro y medio	Más de un litro y medio	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	10	44	52	127	233
	%	4,3%	18,9%	22,3%	54,5%	100,0%
San Miguel	Recuento	57	73	141	227	498
	%	11,4%	14,7%	28,3%	45,6%	100,0%
Total	Recuento	67	117	193	354	731
	%	9,2%	16,0%	26,4%	48,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 13:** Población que ha detenido el consumo de la fuente de agua según la localidad, 2012

Localidad		Ha detenido el consumo		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	69	143	212
	%	32,5%	67,5%	100,0%
San Miguel	Recuento	74	428	502
	%	14,7%	85,3%	100,0%
Total	Recuento	143	571	714
	%	20,0%	80,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 14:** Distribución de la fuente de agua de consumo anterior según localidad, 2012

Localidad		Fuente de abastecimiento anterior					Total
		AyA	Municipal	ASADA	Pozo artesanal	Río	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	0	0	183	44	3	230
	%	0,0%	0,0%	79,6%	19,1%	1,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	15	8	29	114	3	169
	%	8,9%	4,7%	17,2%	67,5%	1,8%	100,0%
Total	Recuento	15	8	212	158	6	399
	%	3,8%	2,0%	53,1%	39,6%	1,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 15:** Exposición a arsénico según localidad a través de la fuente de consumo de agua anterior, 2012

Localidad		Exposición a través de fuente anterior			Total
		Menos de 3 µg/L de As	De 3 a 10 µg/L As	11 ó µg/L As	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	0	0	236	236
	%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	213	13	59	285
	%	74,7%	4,6%	20,7%	100,0%
Total	Recuento	213	13	295	521
	%	40,9%	2,5%	56,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 16:** Años de exposición a arsénico a través del consumo de agua en comunidad expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Tiempo exposición a arsénico por consumo de agua	227	0,1	59,0	14,877	10,5024
N válido (según lista)	227				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 17:** Años de exposición a arsénico a través del consumo de agua en comunidad no expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Tiempo de exposición a arsénico por consumo de agua	284	0,0	64,0	3,572	89,237
N válido (según lista)	284				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 18:** Ocupación según localidad, 2012

Ocupación		Localidad		Total
		San Miguel	Barrio Hotel de Cañas	
Niño o impedimentos	Recuento	58	31	89
	%	11,2%	13,4%	11,8%
Peón	Recuento	30	37	67
	%	5,8%	15,9%	8,9%
Obrero	Recuento	38	12	50
	%	7,3%	5,2%	6,6%
Desempleado	Recuento	7	4	11
	%	1,3%	1,7%	1,5%
Profesional	Recuento	26	4	30
	%	5,0%	1,7%	4,0%
Independiente	Recuento	11	5	16
	%	2,1%	2,2%	2,1%
Pensionado	Recuento	28	3	31
	%	5,4%	1,3%	4,1%

**Continuación tabla 18: Ocupación según localidad, 2012**

Ocupación		Localidad		Total
		San Miguel	Barrio Hotel de Cañas	
Comerciante	Recuento	21	1	22
	%	4,0%	0,4%	2,9%
Estudiante	Recuento	127	53	180
	%	24,4%	22,8%	23,9%
Agricultor	Recuento	25	11	36
	%	4,8%	4,7%	4,8%
Cañero	Recuento	12	8	20
	%	2,3%	3,4%	2,7%
Otro producto agrícola	Recuento	2	2	4
	%	0,4%	0,9%	0,5%
Oficios domiciliarios	Recuento	135	61	196
	%	26,0%	26,3%	26,1%
Total	Recuento	520	232	752
	%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 19: Escolaridad según localidad, 2012**

Localidad		Escolaridad						Total
		Menor o con impedimentos	Universitaria	Secundaria completa	Secundaria incompleta	Primaria completa	Primaria incompleta	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	23	8	14	40	57	90	232
	%	9,9%	3,4%	6,0%	17,2%	24,6%	38,8%	100,0%
San Miguel	Recuento	47	37	37	133	116	161	531
	%	8,9%	7,0%	7,0%	25,0%	21,8%	30,3%	100,0%
Total	Recuento	70	45	51	173	173	251	763
	%	9,2%	5,9%	6,7%	22,7%	22,7%	32,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013



**Tabla 20:** Población fumadora según localidad, 2012

Localidad		Fuma		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	18	201	219
	%	8,2%	91,8%	100,0%
San Miguel	Recuento	28	497	525
	%	5,3%	94,7%	100,0%
Total	Recuento	46	698	744
	%	6,2%	93,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 21:** Cantidad de años de fumar en la comunidad expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Años de fumar	213	0,00	53,00	1,3756	6,64389
N válido (según lista)	213				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 22:** Cantidad de años de fumar en la comunidad no expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Años de fumar	512	0,00	55,00	0,6392	4,51479
N válido (según lista)	512				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 23:** Paquetes de cigarrillos semanales en la comunidad expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Número de paquetes que fuma por semana	213	0,00	5,00	0,0775	0,44495
N válido (según lista)	213				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 24:** Paquetes de cigarros semanales en la comunidad no expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Número de paquetes que fuma por semana	507	0,00	3,00	0,0232	0,19398
N válido (según lista)	507				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 25:** Consumo de bebidas alcohólicas según localidad, 2012

Localidad		Consumo bebidas alcohólicas		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	35	190	225
	%	15,6%	84,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	64	466	530
	%	12,1%	87,9%	100,0%
Total	Recuento	99	656	755
	%	13,1%	86,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 26:** Exposición a agroquímicos según localidad, 2012

Localidad		Se expone a agroquímicos		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	64	159	223
	%	28,7%	71,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	114	398	512
	%	22,3%	77,7%	100,0%
Total	Recuento	178	557	735
	%	24,2%	75,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 27:** Años de residir en la vivienda según localidad, 2012

Años de vivir en la casa		Localidad		Total
		San Miguel	Barrio Hotel de Cañas	
0 a 4 años	Recuento	173	42	215
	%	32,5%	18,6%	28,3%
5 a 9	Recuento	62	28	90
	%	11,6%	12,4%	11,9%
10 a 14	Recuento	112	40	152
	%	21,0%	17,7%	20,0%
15 a 19	Recuento	78	42	120
	%	14,6%	18,6%	15,8%
20 a 24	Recuento	34	27	61
	%	6,4%	11,9%	8,0%
25 a 29	Recuento	7	11	18
	%	1,3%	4,9%	2,4%
30 a 34	Recuento	20	14	34
	%	3,8%	6,2%	4,5%
35 a 39	Recuento	12	4	16
	%	2,3%	1,8%	2,1%
40 a 44	Recuento	13	6	19
	%	2,4%	2,7%	2,5%
45 a 49	Recuento	9	2	11
	%	1,7%	0,9%	1,4%
50 a 54	Recuento	2	4	6
	%	0,4%	1,8%	0,8%
55 a 59	Recuento	4	2	6
	%	0,8%	0,9%	0,8%
60 ó más	Recuento	7	4	11
	%	1,3%	1,8%	1,4%
Total	Recuento	533	226	759
	%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 28:** Horas semanales fuera de la casa en la comunidad expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Horas semanales fuera de casa	115	0	96	39.30	20.684
N válido (según lista)	115				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 29:** Horas semanales fuera de la casa en comunidad no expuesta, 2012

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Horas semanales fuera de casa	267	0	180	41.61	27.327
N válido (según lista)	267				

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 30:** Enfermedades del hígado según localidad, 2012

Localidad		Enfermedades del hígado		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	5	218	223
	%	2,2%	97,8%	100,0%
San Miguel	Recuento	5	531	536
	%	0,9%	99,1%	100,0%
Total	Recuento	10	749	759
	%	1,3%	98,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 31:** Enfermedades de los riñones según localidad, 2012

Localidad		Enfermedades de los riñones		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	21	211	232
	%	9,1%	90,9%	100,0%
San Miguel	Recuento	23	500	523
	%	4,4%	95,6%	100,0%
Total	Recuento	44	711	755
	%	5,8%	94,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 32: Insuficiencia renal según localidad, 2012**

Localidad		Insuficiencia Renal		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	8	225	233
	%	3,4%	96,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	10	514	524
	%	1,9%	98,1%	100,0%
Total	Recuento	18	739	757
	%	2,4%	97,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 33: Diabetes según localidad, 2012**

Localidad		Diabetes		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	18	216	234
	%	7,7%	92,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	28	492	520
	%	5,4%	94,6%	100,0%
Total	Recuento	46	708	754
	%	6,1%	93,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 34: Cáncer de piel según localidad, 2012**

Localidad		Cáncer de piel		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	234	235
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	0	535	535
	%	0,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	1	769	770
	%	0,1%	99,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 35: Desórdenes de aprendizaje según localidad, 2012**

Localidad		Desórdenes de aprendizaje		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	8	222	230
	%	3,5%	96,5%	100,0%
San Miguel	Recuento	18	510	528
	%	3,4%	96,6%	100,0%
Total	Recuento	26	732	758
	%	3,4%	96,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 36: Bronquitis crónica según localidad, 2012**

Localidad		Bronquitis crónica		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	3	227	230
	%	1,3%	98,7%	100,0%
San Miguel	Recuento	6	525	531
	%	1,1%	98,9%	100,0%
Total	Recuento	9	752	761
	%	1,2%	98,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 37: Asma según localidad, 2012**

Localidad		Asma		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	23	193	216
	%	10,6%	89,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	48	448	496
	%	9,7%	90,3%	100,0%
Total	Recuento	71	641	712
	%	10,0%	90,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 38: Parkinson según localidad, 2012**

Localidad		Parkinson		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	0	236	236
	%	0,0%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	1	536	537
	%	0,2%	99,8%	100,0%
Total	Recuento	1	772	773
	%	0,1%	99,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 39: Esclerosis Múltiple según localidad, 2012**

Localidad		Esclerosis Múltiple		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	0	231	231
	%	0,0%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	2	535	537
	%	0,4%	99,6%	100,0%
Total	Recuento	2	766	768
	%	0,3%	99,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 40: Cirugía de bypass según localidad, 2012**

Localidad		Cirugía de Bypass		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	0	235	235
	%	0,0%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	2	529	531
	%	0,4%	99,6%	100,0%
Total	Recuento	2	764	766
	%	0,3%	99,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 41:** Enfermedades del corazón según localidad, 2012

Localidad		Enfermedades del corazón		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	6	225	231
	%	2,6%	97,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	16	509	525
	%	3,0%	97,0%	100,0%
Total	Recuento	22	734	756
	%	2,9%	97,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 42:** Ataque al corazón según localidad, 2012

Localidad		Ataque al corazón		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	231	232
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	4	532	536
	%	0,7%	99,3%	100,0%
Total	Recuento	5	763	768
	%	0,7%	99,3%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 43:** Presión alta según localidad, 2012

Localidad		Presión alta		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	27	200	227
	%	11,9%	88,1%	100,0%
San Miguel	Recuento	72	448	520
	%	13,8%	86,2%	100,0%
Total	Recuento	99	648	747
	%	13,3%	86,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013



**Tabla 44:** Derrame según localidad, 2012

Localidad		Derrame		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	234	235
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	3	533	536
	%	0,6%	99,4%	100,0%
Total	Recuento	4	767	771
	%	0,5%	99,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 45:** Problemas circulatorios según localidad, 2012

Localidad		Problemas circulatorios		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	8	224	232
	%	3,4%	96,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	21	508	529
	%	4,0%	96,0%	100,0%
Total	Recuento	29	732	761
	%	3,8%	96,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 46:** Otros tipos de cáncer según localidad, 2012

Localidad		Otros tipos de Cáncer		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	233	234
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	5	527	532
	%	0,9%	99,1%	100,0%
Total	Recuento	6	760	766
	%	0,8%	99,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 47:** Angina según localidad, 2012.

Localidad		Angina		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	226	227
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	2	530	532
	%	0,4%	99,6%	100,0%
Total	Recuento	3	756	759
	%	0,4%	99,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 48:** Aneurisma según localidad, 2012

Localidad		Aneurisma	Total
		No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	222	222
	%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	535	535
	%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	757	757
	%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 49:** Cáncer de vejiga según localidad, 2012

Localidad		Cáncer de vejiga	Total
		No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	235	235
	%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	535	535
	%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	770	770
	%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 50: Cáncer de pulmón según localidad, 2012**

Localidad		Cáncer de pulmón	Total
		No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	235	235
	%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	536	536
	%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	771	771
	%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 51: Cáncer de hígado según localidad, 2012**

Localidad		Cáncer de hígado	Total
		No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	235	235
	%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	536	536
	%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	771	771
	%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 52: Cáncer de riñón según localidad, 2012**

Localidad		Cáncer de riñón	Total
		No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	230	230
	%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	529	529
	%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	759	759
	%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 53:** Leucemia según localidad, 2012

Localidad		Leucemia	
		No	Total
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	235	235
	%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	536	536
	%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	771	771
	%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 54:** Cirrosis según localidad, 2012

Localidad		Cirrosis	
		No	Total
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	231	231
	%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	525	525
	%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	756	756
	%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 55:** Anemia según localidad, 2012

Localidad		Anemia		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	17	215	232
	%	7,3%	92,7%	100,0%
San Miguel	Recuento	22	501	523
	%	4,2%	95,8%	100,0%
Total	Recuento	39	716	755
	%	5,2%	94,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 56:** Queratosis según localidad, 2012

Localidad		Queratosis		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	6	229	235
	%	2,6%	97,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	6	511	517
	%	1,2%	98,8%	100,0%
Total	Recuento	12	740	752
	%	1,6%	98,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 57:** Hipopigmentación según localidad, 2012

Localidad		Hipopigmentación		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	34	185	219
	%	15,5%	84,5%	100,0%
San Miguel	Recuento	59	476	535
	%	11,0%	89,0%	100,0%
Total	Recuento	93	661	754
	%	12,3%	87,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 58:** Falta de concentración según localidad, 2012

Localidad		Falta de concentración		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	18	217	235
	%	7,7%	92,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	40	493	533
	%	7,5%	92,5%	100,0%
Total	Recuento	58	710	768
	%	7,6%	92,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 59:** Disminución de la visión según localidad, 2012

Localidad		Disminución de la visión		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	59	176	235
	%	25,1%	74,9%	100,0%
San Miguel	Recuento	112	416	528
	%	21,2%	78,8%	100,0%
Total	Recuento	171	592	763
	%	22,4%	77,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 60:** Hiperpigmentación según localidad, 2012

Localidad		Hiperpigmentación		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	6	229	235
	%	2,6%	97,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	33	502	535
	%	6,2%	93,8%	100,0%
Total	Recuento	39	731	770
	%	5,1%	94,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 61:** Dolor crónico abdominal según localidad, 2012

Localidad		Dolor crónico abdominal		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	7	228	235
	%	3,0%	97,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	30	505	535
	%	5,6%	94,4%	100,0%
Total	Recuento	37	733	771
	%	4,8%	95,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 62: Pérdida de la memoria inmediata según localidad, 2012**

Localidad		Pérdida de la memoria inmediata		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	5	229	234
	%	2,1%	97,9%	100,0%
San Miguel	Recuento	32	505	537
	%	5,9%	94,1%	100,0%
Total	Recuento	37	734	771
	%	4,8%	95,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 63: Caída inexplicable del cabello según localidad, 2012**

Localidad		Caída inexplicable del cabello		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	18	216	234
	%	7,7%	92,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	55	478	533
	%	10,3%	89,7%	100,0%
Total	Recuento	73	694	767
	%	9,5%	90,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 64: Heces con sangre según localidad, 2012**

Localidad		Heces con sangre		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	2	219	221
	%	0,9%	99,1%	100,0%
San Miguel	Recuento	8	521	529
	%	1,5%	98,5%	100,0%
Total	Recuento	10	740	750
	%	1,3%	98,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 65: Vómito con sangre según localidad, 2012**

Localidad		Vómito con sangre		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	234	235
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	3	534	537
	%	0,6%	99,4%	100,0%
Total	Recuento	4	768	772
	%	0,5%	99,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 66: Desorden del sueño según localidad, 2012**

Localidad		Desorden de sueño		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	26	209	235
	%	11,1%	88,9%	100,0%
San Miguel	Recuento	64	471	535
	%	12,0%	88,0%	100,0%
Total	Recuento	90	680	770
	%	11,7%	88,3%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 67: Depresión según localidad, 2012**

Localidad		Depresión		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	12	223	235
	%	5,1%	94,9%	100,0%
San Miguel	Recuento	37	500	537
	%	6,9%	93,1%	100,0%
Total	Recuento	49	723	772
	%	6,3%	93,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013



**Tabla 68:** Tos crónica según localidad, 2012

Localidad		Tos crónica		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	8	227	235
	%	3,4%	96,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	18	517	535
	%	3,4%	96,6%	100,0%
Total	Recuento	26	744	770
	%	3,4%	96,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 69:** Deterioro de la escucha según localidad, 2012

Localidad		Deterioro del sentido de la escucha		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	16	191	207
	%	7,7%	92,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	31	472	503
	%	6,2%	93,8%	100,0%
Total	Recuento	47	663	710
	%	6,6%	93,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 70:** Dolor de cabeza según localidad, 2012

Localidad		Dolor de cabeza		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	51	176	227
	%	22,5%	77,5%	100,0%
San Miguel	Recuento	103	429	532
	%	19,4%	80,6%	100,0%
Total	Recuento	154	605	759
	%	20,3%	79,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 71: Deterioro del sentido del olfato según localidad, 2012**

Localidad		Deterioro del olfato		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	227	228
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	3	530	533
	%	0,6%	99,4%	100,0%
Total	Recuento	4	757	761
	%	0,5%	99,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 72: Entumecimiento según localidad, 2012**

Localidad		Entumecimiento		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	14	205	219
	% d	6,4%	93,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	41	460	501
	%	8,2%	91,8%	100,0%
Total	Recuento	55	665	720
	%	7,6%	92,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 73: Síntomas relacionados a problemas cardiovasculares e Insuficiencia Renal Crónica**

Síntoma y localidad			Nada	Poco	Regular	Mucho	Muchísimo	Total
Limitada actividad física	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	205	17	4	7	2	235
		%	87,2%	7,2%	1,7%	3,0%	0,9%	100,0 %
	San Miguel	Recuento	467	26	15	19	3	530
		%	88,1%	4,9%	2,8%	3,6%	0,6%	100,0 %
Total	Recuento	672	43	19	26	5	765	
	%	87,8%	5,6%	2,5%	3,4%	0,7%	100,0 %	

**Continuación tabla 73: Síntomas relacionados a problemas cardiovasculares e Insuficiencia Renal Crónica**

Síntoma y localidad			Nada	Poco	Regular	Mucho	Muchísimo	Total
<b>Duerme durante el día</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	161	58	10	4	1	234
		%	68,8%	24,8%	4,3%	1,7%	0,4%	100,0%
	San Miguel	Recuento	357	139	23	7	1	527
		%	67,7%	26,3%	4,4%	1,3%	0,2%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	518	197	33	11	2	761
		%	68,1%	25,9%	4,3%	1,4%	0,3%	100,0%
<b>Cansancio</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	212	14	3	6	0	235
		%	90,2%	6,0%	1,3%	2,6%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	476	19	21	16	1	533
		%	89,3%	3,6%	3,9%	3,0%	0,2%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	688	33	24	22	1	768
		%	89,6%	4,3%	3,1%	2,9%	0,1%	100,0%
<b>Dolor de articulaciones</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	208	13	9	3	0	233
		%	89,3%	5,6%	3,9%	1,3%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	465	23	25	14	3	530
		%	87,8%	4,3%	4,7%	2,6%	0,6%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	673	36	34	17	3	763
		%	88,2%	4,7%	4,5%	2,2%	0,4%	100,0%
<b>Necesita orinar por la noche</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	153	42	25	14	0	234
		%	65,4%	17,9%	10,7%	6,0%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	375	76	58	20	7	536
		%	70,0%	14,2%	10,8%	3,7%	1,3%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	528	118	83	34	7	770
		%	68,6%	15,3%	10,8%	4,4%	0,9%	100,0%
<b>Calambres musculares</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	201	7	13	9	0	230
		%	87,4%	3,0%	5,7%	3,9%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	467	32	16	9	4	528
		%	88,4%	6,1%	3,0%	1,7%	0,8%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	668	39	29	18	4	758
		%	88,1%	5,1%	3,8%	2,4%	0,5%	100,0%

**Continuación tabla 73: Síntomas relacionados a problemas cardiovasculares e Insuficiencia Renal Crónica**

Síntoma y localidad			Nada	Poco	Regular	Mucho	Muchísimo	Total
<b>Necesita dormir más</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	220	9	3	2	1	235
		%	93,6%	3,8%	1,3%	0,9%	0,4%	100,0%
	San Miguel	Recuento	463	33	21	10	3	530
		%	87,4%	6,2%	4,0%	1,9%	0,6%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	683	42	24	12	4	765
		%	89,3%	5,5%	3,1%	1,6%	0,5%	100,0%
<b>No descansa bien</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	220	7	6	2	0	235
		%	93,6%	3,0%	2,6%	0,9%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	481	22	19	9	1	532
		%	90,4%	4,1%	3,6%	1,7%	0,2%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	701	29	25	11	1	767
		%	91,4%	3,8%	3,3%	1,4%	0,1%	100,0%
<b>Dificultad para respirar</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	226	5	3	1	0	235
		%	96,2%	2,1%	1,3%	0,4%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	502	14	11	6	1	534
		%	94,0%	2,6%	2,1%	1,1%	0,2%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	728	19	14	7	1	769
		%	94,7%	2,5%	1,8%	0,9%	0,1%	100,0%
<b>Pies inflamados</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	217	9	6	2	0	234
		%	92,7%	3,8%	2,6%	0,9%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	500	19	8	7	2	536
		%	93,3%	3,5%	1,5%	1,3%	0,4%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	717	28	14	9	2	770
		%	93,1%	3,6%	1,8%	1,2%	0,3%	100,0%
<b>Dificultad para dormir</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	208	15	4	8	0	235
		%	88,5%	6,4%	1,7%	3,4%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	471	28	14	14	7	534
		%	88,2%	5,2%	2,6%	2,6%	1,3%	100,0%
<b>Total</b>		Recuento	679	43	18	22	7	769
		%	88,3%	5,6%	2,3%	2,9%	0,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 74:** Síntomas relacionados a la anemia e Insuficiencia Renal Crónica

Síntoma y localidad			Nada	Poco	Regular	Mucho	Muchísimo	Total
<b>Piel seca</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	213	11	1	9	0	234
		%	91,0%	4,7%	0,4%	3,8%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	465	36	15	9	2	527
		%	88,2%	6,8%	2,8%	1,7%	0,4%	100,0%
Total		Recuento	678	47	16	18	2	761
		%	89,1%	6,2%	2,1%	2,4%	0,3%	100,0%
<b>Hormigueo en el pie y dedos</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	202	11	10	11	0	234
		%	86,3%	4,7%	4,3%	4,7%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	471	39	14	9	2	535
		%	88,0%	7,3%	2,6%	1,7%	0,4%	100,0%
Total		Recuento	673	50	24	20	2	769
		%	87,5%	6,5%	3,1%	2,6%	0,3%	100,0%
<b>Cambios en el color de la piel</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	232	2	0	0		234
		%	99,1%	0,9%	0,0%	0,0%		100,0%
	San Miguel	Recuento	517	5	5	1		528
		%	97,9%	0,9%	0,9%	0,2%		100,0%
Total		Recuento	749	7	5	1		762
		%	98,3%	0,9%	0,7%	0,1%		100,0%
<b>Necesidad de descansar frecuentemente</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	209	13	7	4	1	234
		%	89,3%	5,6%	3,0%	1,7%	0,4%	100,0%
	San Miguel	Recuento	467	26	14	26	1	534
		%	87,5%	4,9%	2,6%	4,9%	0,2%	100,0%
Total		Recuento	676	39	21	30	2	768
		%	88,0%	5,1%	2,7%	3,9%	0,3%	100,0%
<b>Estreñimiento</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	210	13	7	4	0	234
		%	89,7%	5,6%	3,0%	1,7%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	466	24	17	23	5	535
		%	87,1%	4,5%	3,2%	4,3%	0,9%	100,0%
Total		Recuento	676	37	24	27	5	769
		%	87,9%	4,8%	3,1%	3,5%	0,7%	100,0%

**Continuación tabla 74: Síntomas relacionados a la anemia e Insuficiencia Renal Crónica**

Síntoma y localidad			Nada	Poco	Regular	Mucho	Muchísimo	Total
<b>Moretes con facilidad en la piel</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	222	10	2	1		235
		%	94,5%	4,3%	0,9%	0,4%		100,0%
	San Miguel	Recuento	510	16	5	5		536
		%	95,1%	3,0%	0,9%	0,9%		100,0%
Total		Recuento	732	26	7	6		771
		%	94,9%	3,4%	0,9%	0,8%		100,0%
<b>Picazón en la piel</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	200	25	3	6	0	234
		%	85,5%	10,7%	1,3%	2,6%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	467	27	13	18	2	527
		%	88,6%	5,1%	2,5%	3,4%	0,4%	100,0%
Total		Recuento	667	52	16	24	2	761
		%	87,6%	6,8%	2,1%	3,2%	0,3%	100,0%
<b>Siente más frío que los otros</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	220	8	2	2	0	232
		%	94,8%	3,4%	0,9%	0,9%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	492	20	10	14	1	537
		%	91,6%	3,7%	1,9%	2,6%	0,2%	100,0%
Total		Recuento	712	28	12	16	1	769
		%	92,6%	3,6%	1,6%	2,1%	0,1%	100,0%
<b>Dolor de huesos</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	188	21	10	8	2	229
		%	82,1%	9,2%	4,4%	3,5%	0,9%	100,0%
	San Miguel	Recuento	478	19	17	15	4	533
		%	89,7%	3,6%	3,2%	2,8%	0,8%	100,0%
Total		Recuento	666	40	27	23	6	762
		%	87,4%	5,2%	3,5%	3,0%	0,8%	100,0%
<b>Dolores de piernas/cansadas</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	200	13	10	5	1	229
		%	87,3%	5,7%	4,4%	2,2%	0,4%	100,0%
	San Miguel	Recuento	447	23	29	25	7	531
		%	84,2%	4,3%	5,5%	4,7%	1,3%	100,0%
Total		Recuento	647	36	39	30	8	760
		%	85,1%	4,7%	5,1%	3,9%	1,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 75: Síntomas relacionados a la Uremia e Insuficiencia Renal Crónica**

Síntoma y localidad			Nada	Poco	Regular	Mucho	Muchísimo	Total
<b>Pérdida del gusto por la comida</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	226	2	1	5	0	234
		%	96,6%	0,9%	0,4%	2,1%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	514	5	8	7	1	535
		%	96,1%	0,9%	1,5%	1,3%	0,2%	100,0%
Total		Recuento	740	7	9	12	1	769
		%	96,2%	0,9%	1,2%	1,6%	0,1%	100,0%
<b>Hinchazón alrededor de la cara</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	228	3	3	1		235
		%	97,0%	1,3%	1,3%	0,4%		100,0%
	San Miguel	Recuento	524	7	1	1		533
		%	98,3%	1,3%	0,2%	0,2%		100,0%
Total		Recuento	752	10	4	2		768
		%	97,9%	1,3%	0,5%	0,3%		100,0%
<b>Mal sabor en la boca</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	218	4	3	1	1	227
		%	96,0%	1,8%	1,3%	0,4%	0,4%	100,0%
	San Miguel	Recuento	512	11	11	2	0	536
		%	95,5%	2,1%	2,1%	0,4%	0,0%	100,0%
Total		Recuento	730	15	14	3	1	763
		%	95,7%	2,0%	1,8%	0,4%	0,1%	100,0%
<b>Pérdida del apetito</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	221	4	2	6		233
		%	94,8%	1,7%	0,9%	2,6%		100,0%
	San Miguel	Recuento	500	21	4	8		533
		%	93,8%	3,9%	0,8%	1,5%		100,0%
Total		Recuento	721	25	6	14		766
		%	94,1%	3,3%	0,8%	1,8%		100,0%
<b>Molestias en el estómago</b>	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	201	12	9	12	0	234
		%	85,9%	5,1%	3,8%	5,1%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	456	36	24	18	2	536
		%	85,1%	6,7%	4,5%	3,4%	0,4%	100,0%
Total		Recuento	657	48	33	30	2	770
		%	85,3%	6,2%	4,3%	3,9%	0,3%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 76: Síntomas neuropsiquiátricos e Insuficiencia Renal Crónica**

Síntoma y localidad			Nada	Poco	Regular	Mucho	Muchísimo	Total
Irritable	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	195	17	11	5	0	228
		%	85,5%	7,5%	4,8%	2,2%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	477	18	14	19	4	532
		%	89,7%	3,4%	2,6%	3,6%	0,8%	100,0%
Total		Recuento	672	35	25	24	4	760
		%	88,4%	4,6%	3,3%	3,2%	0,5%	100,0%
Diarrea	Barrio Hotel de Cañas	Recuento	228	4	0	2	0	234
		%	97,4%	1,7%	0,0%	0,9%	0,0%	100,0%
	San Miguel	Recuento	513	10	2	2	1	528
		%	97,2%	1,9%	0,4%	0,4%	0,2%	100,0%
Total		Recuento	741	14	2	4	1	762
		%	97,2%	1,8%	0,3%	0,5%	0,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 77: Modelo ideal positivo de síntomas de IRC según localidad, 2012**

Localidad		Modelo Ideal positivo de IRC		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	4	232	236
	%	1,7%	98,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	14	523	537
	%	2,6%	97,4%	100,0%
Total	Recuento	18	755	773
	%	2,3%	97,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013



**Tabla 78:** Bajo peso al nacer según localidad, 2012

Localidad		Cantidad con bajo peso al nacer		Total
		0	1	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	233	3	236
	%	98,7%	1,3%	100,0%
San Miguel	Recuento	533	2	535
	%	99,6%	0,4%	100,0%
Total	Recuento	766	5	771
	%	99,4%	0,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 79:** Abortos espontáneos según localidad, 2012

Localidad		Cantidad de abortos espontáneos					Total
		0	1	2	4	6	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	227	7	2	0	0	236
	%	96,2%	3,0%	0,8%	0,0%	0,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	501	25	8	1	1	536
	%	93,5%	4,7%	1,5%	0,2%	0,2%	100,0%
Total	Recuento	728	32	10	1	1	772
	%	94,3%	4,1%	1,3%	0,1%	0,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 80:** Muertes fetales según localidad, 2012

Localidad		Cantidad de muertes fetales		Total
		0	1	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	234	2	236
	%	99,2%	0,8%	100,0%
San Miguel	Recuento	526	9	535
	%	98,3%	1,7%	100,0%
Total	Recuento	760	11	771
	%	98,6%	1,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 81: Muertes neonatales según localidad, 2012**

Localidad		Cantidad de muertes neonatales				Total
		0	1	2	4	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	231	5	0	0	236
	%	97,9%	2,1%	0,0%	0,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	528	5	1	1	535
	%	98,7%	0,9%	0,2%	0,2%	100,0%
Total	Recuento	759	10	1	1	771
	%	98,4%	1,3%	0,1%	0,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 82: Cantidad de fallecidos según localidad, 2012**

Localidad		Cantidad de fallecidos en la vivienda			Total
		0	1	2	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	218	17	1	236
	%	92,4%	7,2%	0,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	515	19	3	537
	%	95,9%	3,5%	0,6%	100,0%
Total	Recuento	733	36	4	773
	%	94,8%	4,7%	0,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 83: Antecedentes familiares de gota según localidad, 2012**

Localidad		Antecedentes familiares de gota		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	0	236	236
	%	0,0%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	11	523	534
	%	2,1%	97,9%	100,0%
Total	Recuento	11	759	770
	%	1,4%	98,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 84:** Antecedentes familiares de amputación de miembros según localidad, 2012

Localidad		Antecedentes familiares de amputación de miembros		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	14	222	236
	%	5,9%	94,1%	100,0%
San Miguel	Recuento	26	509	534
	%	4,9%	95,1%	100,0%
Total	Recuento	40	730	770
	%	5,2%	94,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 85:** Antecedentes familiares de cáncer según localidad, 2012

Localidad		Antecedentes familiares de cáncer		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	19	217	236
	%	8,1%	91,9%	100,0%
San Miguel	Recuento	112	422	534
	%	20,9%	79,1%	100,0%
Total	Recuento	131	639	770
	%	17,0%	83,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 86:** Antecedentes familiares de diabetes según localidad, 2012

Localidad		Antecedentes familiares de diabetes		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	53	181	234
	%	22,6%	77,4%	100,0%
San Miguel	Recuento	143	391	534
	%	26,8%	73,3%	100,0%
Total	Recuento	196	572	768
	%	25,5%	74,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 87: Antecedentes familiares de cardiopatías según localidad, 2012**

Localidad		Antecedentes familiares de cardiopatías		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	28	208	236
	%	11,9%	88,1%	100,0%
San Miguel	Recuento	89	445	534
	%	16,6%	83,3%	100,0%
Total	Recuento	117	653	770
	%	15,2%	84,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 88: Antecedentes familiares de hipertensión según localidad, 2012**

Localidad		Antecedentes familiares de hipertensión		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	53	183	236
	%	22,5%	77,5%	100,0%
San Miguel	Recuento	159	375	534
	%	29,8%	70,2%	100,0%
Total	Recuento	212	558	770
	%	27,5%	72,5%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 89: Antecedentes familiares de artritis según localidad, 2012**

Localidad		Antecedentes familiares de artritis		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	16	220	236
	%	6,8%	93,2%	100,0%
San Miguel	Recuento	36	498	534
	%	6,7%	93,3%	100,0%
Total	Recuento	52	718	770
	%	6,8%	93,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 90:** Antecedentes familiares de enfermedades de la piel según localidad, 2012

Localidad		Antecedentes familiares de enfermedades de piel		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	17	219	236
	%	7,2%	92,8%	100,0%
San Miguel	Recuento	34	500	534
	%	6,4%	93,6%	100,0%
Total	Recuento	51	719	770
	%	6,6%	93,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 91:** Antecedentes familiares de alergias según localidad, 2012

Localidad		Antecedentes familiares de alergias		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	9	227	236
	%	3,8%	96,2%	100,0%
San Miguel	Recuento	39	495	534
	%	7,3%	92,7%	100,0%
Total	Recuento	48	722	770
	%	6,2%	93,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 92:** Antecedentes familiares de enfermedades de los riñones según localidad, 2012

Localidad		Antecedentes familiares enfermedades de los riñones		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	1	235	236
	%	0,4%	99,6%	100,0%
San Miguel	Recuento	5	532	537
	%	0,9%	99,1%	100,0%
Total	Recuento	6	767	773
	%	0,8%	99,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 93:** Antecedentes familiares de depresión según localidad, 2012

Localidad		Antecedentes familiares depresión		Total
		Sí	No	
Barrio Hotel de Cañas	Recuento	0	236	236
	% dentro de Localidad	0,0%	100,0%	100,0%
San Miguel	Recuento	5	532	537
	% dentro de Localidad	0,9%	99,1%	100,0%
Total	Recuento	5	768	773
	% dentro de Localidad	0,6%	99,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, 2013

**Tabla 94:** Otros antecedentes familiares según localidad, 2012

Otros antecedentes familiares	Barrio Hotel de Cañas	San Miguel	Total
	Sí	Sí	
Problemas circulatorios	2		2
Asma	5	7	12
Dolor de huesos	1	2	3
Infección en los riñones	1		1
Presión baja	3		3
Triglicéridos	4		4
Depresión		5	5
Sinusitis		3	3
Osteoporosis		8	8
Fibromialgia		2	2
Insuficiencia Renal Crónica		5	5
Alzheimer		2	2
Parkinson		1	1
Derrame		4	4
Trombosis		3	3
Total	16	42	58

Fuente: Elaboración propia, 2013